



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV EKONOMIKY

INSTITUTE OF ECONOMICS

**ANALÝZA VÝVOJE TRHU MOBILNÍCH TELEKOMUNIKACÍ
V ČR**

ANALYSIS OF DEVELOPMENT OF THE MOBILE MARKET IN THE CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Marek Milota

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Luňáček, Ph.D., MBA

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav ekonomiky
Student: **Marek Milota**
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Ekonomika podniku
Vedoucí práce: **Ing. Jiří Luňáček, Ph.D., MBA**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Analýza vývoje trhu mobilních telekomunikací v ČR

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem práce je s využitím dat Českého telekomunikačního úřadu z posledních let pomocí statistických metod vytvořit prognózu vývoje trhu a jeho velikost. Dále budou určeny klíčové faktory růstu trhu. Globálním cílem je vytvoření ekonometrického modelu dalšího vývoje.

Základní literární prameny:

FREEDMAN, D.A. Statistical Models: Theory and Practice. 2. vyd. Cambridge: Cambridge University Press, 2009, 458 s. ISBN 978-0521743853.

HINDLS, R. Statistika pro ekonomy. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.

KUBANOVÁ, J. Statistické metody pro ekonomickou a technickou praxi. 3. vyd. Bratislava: STATIS, 2008. 247 s. ISBN 978-80-85659-474.

HUŠEK, R. a J. PELIKÁN. Aplikovaná ekonometrie: Teorie a praxe. 1.vyd. Praha: Professional Publishing, 2003, 263 s. ISBN 80-86419-29-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně dne 28.2.2017

L. S.

doc. Ing. Tomáš Meluzín, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou vývoje trhu mobilních operátorů v České republice. S využitím dat Českého telekomunikačního úřadu z posledních let se pomocí statistických metod snaží vytvořit prognózu vývoje trhu a jeho velikost. Dále chce určit klíčové faktory růstu trhu, které využije k vytvoření ekonometrického modelu dalšího vývoje.

Abstract

This bachelor thesis analyses the development of the mobile market in the Czech Republic. With a use of data of the Czech telecommunication office in recent years, it tries to prognoses the development of the market and its size by statistical methods. Thesis also identify key factors in the growth of the market that uses an econometric model to create further development.

Klíčová slova

mobilní operátoři, časové řady, analýza, ekonometrie, prognóza

Key words

mobile operators, time series, analysis, econometric, prognosis

Bibliografická citace

MILOTA, M. *Analýza vývoje trhu mobilních operátorů v ČR*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017. 70 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Luňáček, Ph.D., MBA.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 31. května 2017

podpis studenta

Poděkování

Velmi chci poděkovat Ing. Jiřímu Luňáčkovi, Ph.D., MBA za vedení, mé bakalářské práce, za jeho odborné rady, cenou pomoc a čas, který mi věnoval, a tím přispěl k vypracování mé bakalářské práce. Také chci poděkovat rodině a přátelům, kteří při mně stáli v době psaní této práce.

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 CÍL A METODIKA PRÁCE.....	11
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	12
2.1 Mikroekonomie	12
2.1.1 Nedokonalá konkurence	12
2.1.2 Monopol.....	13
2.1.3 Oligopol	13
2.2 Statistika.....	13
2.3 Regresní a korelační analýza.....	14
2.3.1 Volba regresní funkce	16
2.3.2 Intenzita a kvalita závislosti regresní funkce	17
2.3.3 Přímková regrese	19
2.3.4 Nelineární regrese	20
2.3.5 Linearizovatelné funkce.....	21
2.3.6 Nelinearizovatelné funkce	21
2.3.7 Modifikovaný exponenciální trend.....	22
2.3.8 Spearmanův koeficient pořadové korelace	22
2.4 Analýza časových řad	22
2.4.1 Dělení časových řad.....	23
2.4.2 Intervalové a okamžikové časové řady	24
2.4.3 Srovnatelnost údajů v časové řadě.....	25
2.4.4 Modelování časových řad	26
2.4.5 Elementární charakteristiky časových řad	28
3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	30
3.1 Mobilní operátoři v České republice.....	30
3.2 Počet aktivních SIM karet.....	32
3.2.1 První diference a průměr prvních diferencí	34
3.2.2 Koeficient růstu a průměrný koeficient růstu	36

3.2.3	Vyrovnnání dat a prognóza vývoje	38
3.3	Průměrná maloobchodní cena za skutečně provolanou minutu	41
3.3.1	První difference a průměr prvních diferencí	44
3.3.2	Koeficient růstu a průměrný koeficient růstu	45
3.3.3	Vyrovnnání dat a prognóza vývoje	45
3.4	Internet v mobilním telefonu.....	48
3.4.1	První difference a průměr prvních diferencí	51
3.4.2	Koeficient růstu a průměrný koeficient růstu	52
3.4.3	Vyrovnnání dat a prognóza vývoje	53
4	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ	57
	ZÁVĚR	62
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	64
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	67
	SEZNAM GRAFŮ	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
	SEZNAM TABULEK	70

ÚVOD

Mobilní telekomunikace jsou poměrně mladým odvětvím, přesto se za tu dobu dokázaly nebývale prosadit a rozšířit mezi lidmi. Díky mobilním telefonům dnes můžeme v reálném čase komunikovat z téměř jakéhokoli místa na světě s téměř jakýmkoli člověkem. Mobilní telefony nám ušetřily spoustu času a nervů, pomáhají v životně důležitých okamžicích a díky rozmachu mobilního internetu nám přinášejí vědomosti a informace z celých dějin lidstva.

Množství informací neustále roste. Stejně tak se zvyšuje i jejich cena. Společnosti, které dokáží získat, uchovat, zpracovat, nebo předat informace, jsou nejhodnotnější organizace dnešní doby. Mě zaujali mobilní operátoři a to přímo na českém telekomunikačním trhu. Zavolat, poslat SMS, nebo dokonce poskytnout vysokorychlostní připojením můžeme díky nim téměř odkudkoli. Kromě toho, že musí v jednom čase obsloužit obrovské množství klientů a jejich požadavků v celé své infrastruktuře, musí také plnit přísná kritéria pro provoz svých sítí. Ne náhodou je tento trh velmi zajímavý z hlediska zisků. Proto jsem se rozhodl vytvořit model možného vývoje trhu pro budoucí období, který umožní zlepšit plánování investic a upravit strukturu produktů přesně podle očekávané poptávky jak pro stávající, tak pro případné nové subjekty, které se mohou díky této práci zajímat o vstup na trh českých telekomunikací. Ale může ji také využít regulátor ČTÚ pro nastolení lepších podmínek pro koncové zákazníky a předejít tak deformaci trhu.

Jelikož se v současné době děje na tomto trhu spousta změn, bude velmi zajímavé sledovat, jak se mění různé ukazatele v jejich kontextu. Rád bych tedy našel různé vazby mezi příčinami a následky, které tyto změny způsobily. Chci také poukázat na nerovnost, která na tomto trhu panuje. Nejedná se totiž o zcela dokonalé konkurenční prostředí, a proto je třeba jej usměrňovat. Tuto práci má na starosti Český telekomunikační úřad, který však v minulosti způsobil jisté přešlapy, jež je nyní nutné napravit.

Proto je třeba v tvorbě ekonometrického modelu vzít v úvahu všechny očekávané i neočekávané makroekonomické vlivy, které se budou podílet na změnách. V této práci se proto chci zaměřit na ty neočekávané jako je inflace, HDP a nezaměstnanost, které pomoci dát od ČSÚ a různých statistických metod jako je regresní a korelační analýza a také časové řady, využiji k tvorbě prognózy pro další časová období.

1 CÍL A METODIKA PRÁCE

Cílem práce je vytvoření prognostického modelu vývoje trhu českých mobilních operátorů v ČR pro následující roky. A to díky analýze dat vývoje makroekonomických faktorů ČR od ČSÚ a aktuálního vývoje na trhu mobilních operátorů od ČTÚ. Bude jich využito pomocí statistických metod. Všechny výpočty provedu pomocí programu Statistica od firmy StatSoft Inc. V každé kapitole budou nejprve uvedena data početně a graficky a následně určím první difference a koeficienty růstu, které vždy okomentuji. V závěru každé kapitoly bude model prognózy a určená případná korelace s vybranými makroekonomickými faktory, její velikost a vzorec, který umožní odhad modelu pro další časová období.

V první části je popsáno teoretické pozadí, které je třeba pro pochopení dané problematiky. Tyto popsané metody potom využiji k tvorbě analýzy současného stavu a to pro výše zmíněná, získaná data. Je třeba zhodnotit vývoj počtu SIM karet, maloobchodní cenu za minutu volání a zejména objem a průměrný výnos za přenesená data, která jsou stále důležitější a stávají se hlavním zdrojem tržeb pro mobilní operátory. Tam, kde je to přínosné jsou výpočty doplněny grafy a tabulkami pro lepší orientaci, případně dalšími doplňujícími informacemi. Na základě těchto výpočtů provedu vlastní návrhy pro zlepšení a využití možností trhu jak pro koncové spotřebitele, tak pro mobilní operátory. Vše bude samozřejmě doplněno popisem dějů a změn na telekomunikačním trhu, které budu propojovat s vývojem sledovaných ukazatelů. Budu se také snažit předpovědět vývoj na telekomunikačním trhu pro blízkou budoucnost. Na závěr provedu souhrn celé práce a její zhodnocení.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

V teoretických východiskách práce popisují teoretická pozadí, která jsou nutná pro pochopení dané problematiky. Za nejpodstatnější považují hlavně níže popsané regresní a korelační analýzu a analýzu časových řad. Nejprve ale popisují základní podmínky nutné pro existenci nedokonalé konkurence.

2.1 Mikroekonomie

Je obor ekonomické teorie, jež se zabývá zkoumáním jednotlivých tržních subjektů, kterými jsou domácnosti, firmy a stát. Zabývá se poptávkou a nabídkou j jejich individuálních a konkrétních podobách (1, s. 3).

2.1.1 Nedokonalá konkurence

Je to stav na trhu, kdy je porušena minimálně jedna z těchto podmínek:

- **Dokonalá informovanost kupujících a prodávajících** – všichni spotřebitelé musí mít všechny potřebné údaje, které potřebují a musí mít informace o všech potřebných technologiích a o cenách konkurenčního výrobku, nebo služby.
- **Homogenita výrobku** – nabízené výrobky a služby jsou stejné, nebo alespoň natolik podobné, aby se nedal určit kvalitnější produkt.
- **Velký počet prodávajících** – na trhu musí působit dostatečné množství výrobců, kteří si navzájem budou konkurovat.
- **Nulové náklady na změnu dodavatele** – spotřebiteli nevznikají náklady při změně prodávajícího.
- **Žádné bariéry pro vstup subjektu na trh** – nesmí být potřebné žádné licence, nebo vybudování nákladné infrastruktury.

Pokud jsou všechny výše uvedené podmínky splněny, na trhu panuje dokonalá konkurence, kde se setkává nabídka s poptávkou.

Naopak pokud jsme na trhu nedokonale konkurenčním, tvorba ceny za zboží a služby záleží na výrobcí. Stejně tak mohou společnosti ovlivňovat cenu práce na trhu práce, produkty mohou být nehomogenní a není umožněn volný vstup na trh (1, s. 141).

2.1.2 Monopol

Je to jeden z typů nedokonalé konkurence, kdy na daném trhu existuje pouze jediný výrobce a jediný prodávající. Dále také musí být produkt odlišný natolik, aby neexistoval blízký substitut, a nebyla možnost vstupu dalších společností na trh (1, s. 143).

Pro určování tržní síly dominantní společnosti se využívá **Lernerův index** $L = (P - MC)/P$, který je založen na schopnosti organizace s velkou tržní silou dosahovat ceny, která je vyšší než mezní náklady. Pokud nabývá index hodnot větších než nula, můžeme mluvit o **tržní síle monopolu**. Pokud je hodnota indexu rovna nule, jedná se o dokonalou konkurenci, protože se mezní náklady rovnají ceně (1, s. 144).

2.1.3 Oligopol

Je dalším typem nedokonalé konkurence. Na oligopolním trhu je obvykle jen 2 až 6 prodávajících. Pokud se jedná pouze o dvě společnosti, můžeme mluvit o Duopolu. Oligopol vzniká na trhu, kde společnosti nabízejí diferencovaný statek, nebo existují jen velmi těžko překonatelné bariéry pro vstup dalšího subjektu na trh (1, s. 146).

Dělí se na dvě formy:

Oligopol s dominantní organizací nastává tehdy, když se na trhu vyskytuje velmi silná společnost, která díky své dominanci stanovuje cenu a stává se cenovým vůdcem pro další společnosti, které tvoří konkurenční lem a následují cenovou politikou této dominantní organizace (1, s. 146).

Smluvní, neboli koluzní oligopol vzniká, když se na trhu vyskytuje několik málo přibližně stejně velkých společností, které se nepouští do cenové války. Nabízejí proto produkty za podobné ceny a nesnaží se zaujmout větší podíl na trhu. Tyto ceny jsou stanovené na úrovni, kdy se maximalizuje monopolní zisk. Často jde o nezákonné dohody na trhu působících organizací, proto jsou uzavírány tajně a každá z těchto společností se může ve své části trhu chovat jako monopol (1, s. 146).

2.2 Statistika

K vytvoření prognózy vývoje trhu je zapotřebí využít statistiky. Je to věda, která pomocí vstupních dat, jako je statistický znak, statistický soubor, statistická jednotka, umožňuje vytvořit výstup v podobě tabulky a grafu. Ty jsou nadále využívány k získání dalších informací,

a to právě pomocí nejrozličnějších statistických metod. Tento výstup nám pomáhá rychlé orientaci a pochopení celého souboru dat (2, s. 11).

Statistika využívá číselných údajů pro sběr, zpracování a vyhodnocování informací o hromadných jevech. Následně umožňuje popis zákonitostí při působení důležitých, poměrně stálých činitelů na hromadné jevy. To jsou jevy, objevující se v masovém měřítku u velkého počtu prvků (2, s. 12).

Statistika je velice významná pro, pokud možno co nejvíce efektivní vývoj ekonomiky. K tomu je důležitý dostatečný objem kvalitních informací. Které mohou využít ekonomové a manažeři pro analýzu trhu, podporu rozhodování a celkovému řízení společnosti. Přestože je často opomíjena jako nudná administrativní činnost a jsou jí pověřováni nekvalifikovaní zaměstnanci. Nutnost jejího využití je stále větší a roste právě s velikostí vstupních dat (2, s. 13).

2.3 Regresní a korelační analýza

Na rozdíl od jiných statistických metod, které zkoumají vždy 1 proměnnou, umožňuje tato metoda více (3, s. 11).

„To znamená zkoumat dvojice, trojice, případně ještě početnější skupiny ukazatelů (proměnných), mezi nimiž by mohla existovat nějaká signifikantní souvislost, která by nám přinesla něco nového v poznání o původu a chování věcí.“ (2, s. 169)

Hlavním úkolem této analýzy poznat příčiny a vztahy mezi statistickými znaky. Dále jej jím také matematický popis procesů a jevů, které způsobují statistické závislosti. Může jít například o zobrazení průběhu podmíněných průměrů vysvětlované proměnné v závislosti na změnách veličin jedné, nebo více vysvětlujících proměnných. Jde tedy o snahu nalézt co nejvěrnější matematickou funkci, která pokud možno co nejlépe vyjadřuje charakter závislosti a zobrazuje průběh změn podmíněných průměrů závisle proměnné. Kromě určení matematické funkce souvisí s regresní analýzou i:

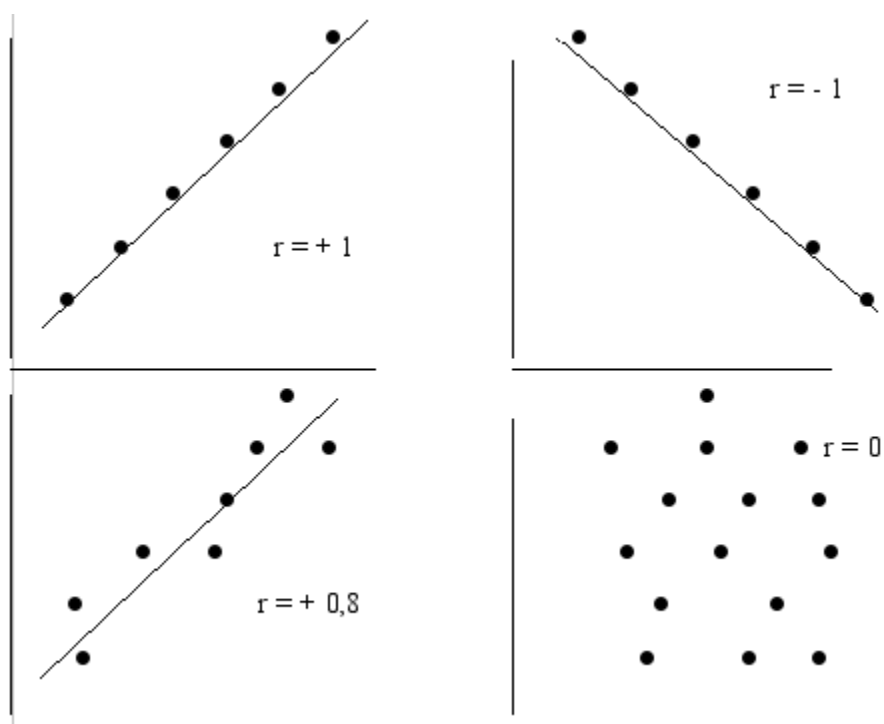
- shromáždění a matematická formulace představy o charakteru regresní funkce,
- formulace představ o souhrnném působení neuvažovaných statistických znaků,
- odhad empirické regresní funkce na základě pozorování,
- posouzení kvality empirické regresní funkce z hlediska důvodů a cílů (2, s. 177).

Nejprve musíme rozlišit mezi dvěma typy funkce. První je teoretickou neboli hypotetickou regresní funkcí, která je nezměřitelná, tedy nepozorovatelná. Druhá je empirická neboli

výběrová regresní funkce, ta je vypočítána z empirických údajů, a můžeme ji tedy považovat za odhad teoretické regresní funkce. Pokud budeme považovat teoretickou regresní funkci za model, či idealizaci průběhu proměnné x , potom bude empirická regresní funkce odhad modelu ze získaných výběrových pozorování (2, s. 181).

Měříme, nebo pozorujeme prvky závislé proměnné, která je označena y (**vysvětlovaná veličina**), při předem daných hodnotách nezávisle proměnné x (**vysvětlující veličina**). Měřením tedy získáme n dvojic (x_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$, přičemž $n > 2$, kde x_i označuje předem danou hodnotu proměnné x v i -tém pozorování a y_i k ní vztaženou hodnotu proměnné y (4, s. 79).

Při opakování pozorování nemůžeme dostat při dané hodnotě proměnné x přesně stejnou hodnotu proměnné y , ale částečně jinou její původní hodnotu. Je to způsobeno vlivem působení různých externalit jako jsou náhodné vlivy, nebo jiné neuvažované skutečnosti a vazby. Tyto vlivy se označují „šum“. Pokud tedy budeme pozorování při jedné nastavené hodnotě x opakovat, budeme dostávat různé hodnoty y . To znamená, že se proměnná y chová jako náhodná veličina, značená Y (5).



Obr. 1: Korelační koeficient (Převzato z 6)

Korelační koeficient může nabývat hodnotu od -1 do 1, jakákoli hodnota mezi značí menší míru závislosti ke zvolené regresní funkci. Jak ukazuje obrázek výše, v případě nejjednodušší

lineární regrese jsou první dva případy dokonale lineární vzhledem k proložené přímce, liší se jen v opačné orientaci. Ve třetím případě jsou body okolo přímky více rozptýlené, závislost je proto menší. Poslední případ nám znázorňuje nulovou míru závislosti. Body se totiž nepřibližují k žádné myslitelné přímce, která by je mohla sdružovat (6).

„Závislost mezi veličinami x a y je tedy ovlivněna „šumem“, což je náhodná veličina, označíme ji e , která vyjadřuje vliv náhodných a neuvažovaných činitelů. O této náhodné veličině se předpokládá, že její střední hodnota je rovna nule, tj. $E(e) = 0$, což značí, že při měření se nevyskytují systematické chyby a výchyly od skutečné hodnoty, způsobené „šumy“, jsou rozloženy kolem ní jak v kladném, tak i v záporném smyslu.“ (4, s. 79)

K odchylce zde dochází proto, že na proměnnou y působí i jiné proměnné, a ne pouze uvažovaná vysvětlující proměnná x a také, že forma hypotetické regresní funkce není přesně obrazem nezměřitelné závislosti. Zčásti je to díky náhodným chybám, působícím na empirické pozorování. Lze tedy v podstatě říci, že je e náhodnou veličinou a je výhodné považovat její střední hodnotu za nulou (2, s. 181).

Pro vyjádření závislosti náhodné veličiny Y na proměnné x , určíme pojem **podmíněná střední hodnota náhodné veličiny Y pro hodnotu x** , kterou označíme $E(Y|x)$. Rovná se vhodné zvolené funkci, jež je označena $\eta(x; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$. Je to **regresní funkce** pro proměnnou x a tvoří ji neznámé parametry, označené $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, kde $p \geq 1$, které jsou **regresní koeficienty**. Pro jednoduchost označena stručně $\eta(x)$ (4, s. 79).

*„Pokud funkci $\eta(x)$ pro zadaná data určíme, pak říkáme, že jsme zadaná data **vyrovnali regresní funkcí**. Úlohou regresní analýzy je zvolit pro zadaná data (x_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$, vhodnou funkci $\eta(x)$ a odhadnout její koeficienty tak, aby vyrovnání hodnot y_i touto funkcí bylo v jistém smyslu co nejlepší.“ (4, s. 79)*

2.3.1 Volba regresní funkce

Ekonomická kritéria jsou základem pro rozhodování o vhodném typu regresní funkce. Měla by být zvolena věcně, podle rozboru vztahů mezi veličinami. Základem tohoto rozhodnutí by potom měla být existující ekonomická teorie. Díky této teorii bychom měli být schopni určit, které nezávisle proměnné jsou vhodné pro analýzu dané závisle proměnné a zároveň nám naznačí možné typy regresních funkcí pro modelování zadané závislosti. V případě věcně zvolené analýzy, která je založena na platné ekonomické teorii, lze v některých případech určit,

zda jde o funkci rostoucí, nebo klesající, jaké je její zakřivení, zda má inflexní bod, nebo limitu, či je nekonečně rostoucí (2, s. 180).

V případě, že nejsme schopni jednoznačně určit vhodný typ regresní funkce na základě věcně ekonomických kritérií, volíme empirický, neboli induktivní způsob volby. V tom případě využijeme grafickou metodu, což je znázornění průběhu závislosti ve formě bodového diagramu, kde je každá dvojice x a y zanesena jako jeden bod. Podle charakteru průběhu grafu volíme typ regresní funkce. Nejvhodnější je však kombinace této metody s pomocí matematicko-statistických kritérií, kdy je proveden kvalifikovaný rozbor číselných údajů. Tato metoda však samostatně neposuzuje věcnou podstatu zkoumaných ekonomických veličin (2, s. 180).

Zatím se tato problematika zdá být jednoduchá, ale to je jen díky jednoduchým příkladům pro názornost. Při reálném použití regresní analýzy, určení trendové přímky a uvedení důkazu o její validnosti se nevyhneme mnohem složitějším operacím, které popíšu níže.

2.3.2 Intenzita a kvalita závislosti regresní funkce

Jak jsem již zmínil výše, „jedním z úkolů regresní a korelační analýzy je posouzení kvality regresní funkce a zjištění intenzity (síly, těsnosti) závislosti. Posuzovaný vztah je tím silnější a regresní funkce tím lepší, čím více jsou empirické hodnoty vysvětlované proměnné soustředěné kolem odhadnuté regresní funkce. A naopak – vztah je tím slabší, čím jsou empirické hodnoty vzdáleny hodnotám vyrovnaným Y . Je vidět, že nalezení míry intenzity závislosti úzce souvisí s hodnocením účinnosti odhadnuté regresní funkce, a tedy s kvalitou provedeného regresního odhadu.“ (2, s. 203)

K posouzení míry vhodnosti zvolené regresní funkce je využíván **index determinance**. Značíme ho I^2 a vyjadřuje ho vzorec (4, s. 102).

$$I^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\eta}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Po vydělení počtem zadaných dvojic se výraz vyjádří takto $I^2 = \frac{S_{\hat{\eta}}}{S_y}$ či také $I^2 = 1 - \frac{S_{y-\hat{\eta}}}{S_y}$

- S_y vyjadřuje průměr ze součtu kvadrátů odchylek zadaných hodnot od jejich průměru, je to **rozptyl empirických hodnot**
- $S_{\hat{\eta}}$ vyjadřuje průměr ze součtu kvadrátů odchylek vyrovnaných hodnot od průměru zadaných dat, tedy **rozptyl vyrovnaných hodnot**

- $S_{y-\hat{\eta}}$ vyjadřuje průměr ze součtu kvadrátů odchylek zadaných hodnot od vyrovnaných s názvem **reziduální rozptyl** (4, s. 103)

Přičemž platí, že $S_y^2 = S_{\hat{\eta}}^2 + S_{y-\hat{\eta}}^2$. Rozptyl empirických hodnot se rovná součtu rozptylu vyrovnaných hodnot a rozptylu reziduálních hodnot. V případě, že by mezi x a y existovala funkční závislost, všechny hodnoty by ležely na regresní čáře. Byly by totiž i hodnotami vyrovnanými a reziduální rozptyl by byl nula (2, s. 203).

Index determinace může nabýt hodnot z intervalu $\langle 0, 1 \rangle$, přičemž čím blíže se hodnota blíží k jedné, tím silnější je závislost. Potvrzuje nám to také dobrou volbu typu regresní funkce. Pokud bychom tuto hodnotu vynásobili stem, dostali bychom procenty vyjádřenou část rozptylu pozorovaných hodnot, které můžeme vysvětlit pomocí zvolené regresní funkce (4, s. 103).

Když index determinance odmocníme, dostaneme **index korelace**, značený I_{yx} . Přináší nám stejné informace o těsnosti závislosti jako index determinance, ale má horší vypovídací schopnost v dalších případech (7, s. 26).

Pro měření síly závislosti dvou číselných proměnných x, y se nejčastěji používá **korelační koeficient** r_{xy} . Je to poměr mezi **kovariancí** s_{xy} a obou proměnných k součinu jejich směrodatných odchylek S_x a S_y (7, s. 27).

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x \times S_y}$$

Pro koeficient korelace platí:

- je bezrozměrný a nezáleží u něj na pořadí náhodných veličin X a Y,
- je normován a nemůže nabýt větší hodnoty než 1,
- pokud je roven nule, náhodné veličiny X a Y jsou nekorelované,
- při provedení lineární transformace s některou z náhodných veličin X a Y se absolutní hodnota koeficientu korelace nemění,
- závislost je slabá, když je absolutní hodnota korelace blízká k nule, průměrná, když se blíží jedné polovině, a silná, když je blízká k jedné,
- když je koeficient korelace kladný, náhodné veličiny X a Y jsou kladně korelovány a s rostoucími hodnotami jedné náhodné veličiny rostou i hodnoty druhé náhodné veličiny. Platí to i naopak (4, s. 57).

Kovarianci vypočteme pomocí průměru součinů odchylek hodnot obou proměnných od jejich průměrů. Při n dvojic hodnot x_i, y_i můžeme kovarianci získat díky vzorci (7, s. 27).

$$S_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Pokud je kovariance rovna nule, říkáme že náhodné veličiny X a Y jsou nekorelované. Není mezi nimi tedy lineární závislost. Neznamená to však, že by mezi nimi nemohla být závislost jiného typu. Pokud je kovariance různá od nuly, náhodné veličiny X a Y jsou korelované, tedy existuje mezi nimi lineární vazba. Jelikož však kovariance není normovaná, neukazuje sílu lineární vazby. Průměry hodnot obou proměnných \bar{x} a \bar{y} dosadíme ze vzorců (4, s. 56).

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Úpravou uvedených vzorců dostaneme tvary.

$$S_{xy} = \overline{xy} - \bar{x} \times \bar{y}$$

$$\overline{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

Případné směrodatné odchylky lze vyjádřit pomocí.

$$S_x = \sqrt{(\overline{x^2} - \bar{x}^2)}$$

$$S_y = \sqrt{(\overline{y^2} - \bar{y}^2)}$$

Celý vzorec pro korelaci proto vypadá následovně.

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \times \bar{y}}{\sqrt{(\overline{x^2} - \bar{x}^2)(\overline{y^2} - \bar{y}^2)}}$$

Ještě jednou musím upozornit, že korelační koeficient měří sílu lineární závislosti mezi dvěma proměnnými, a ne sílu jejich závislosti celkově. Proto je třeba mít tuto skutečnost na paměti při interpretaci výsledků a tvorbě závěrů. Pokud je totiž absolutní hodnota koeficientu blízká, nebo rovna nule, neznamená to, že jde o slabou závislost či dokonce nezávislost. Může jít klidně o silnou, ale nelineární závislost. Pokud se sleduje větší počet číselných proměnných, mohou se počítat koeficienty všech dvojic proměnných. Jejich párové korelační koeficienty se stávají vodítkem při hledání souvislostí těchto proměnných. (7, s. 28).

2.3.3 Přímková regrese

Je to nejjednodušší případ regresní funkce, je vyjádřena vzorcem $\eta = \beta_1 + \beta_2 x$. Pro stanovení odhadů β_1 a β_2 použijeme **metodu nejmenších čtverců**, tyto odhady označíme b_1, b_2 . Její

princip je ten, že nejlepší jsou koeficienty, které minimalizují funkci $S(b_1, b_2)$. Funkce nyní vypadá takto (3, s. 12).

$$S(b_1, b_2) = \sum_{i=1}^n (y_i - b_1 - b_2 x_i)^2$$

Funkce $S(b_1, b_2)$ se proto rovná součtu kvadrátů odchylek naměřených hodnot y_i od hodnot $\eta_i = \eta(x_i) = b_1 + b_2 x_i$ na regresní přímce. Odhady b_1 a b_2 hledaných koeficientů β_1 a β_2 regresní přímky pro zadané dvojice (x_i, y_i) určíme pomocí první parciální derivace funkce $S(b_1, b_2)$ podle proměnných b_1 a b_2 . Parciální derivace, které potom získáme položíme rovno nule. Získáme tím po úpravě **soustavu normálních rovnic** (4, s. 80).

$$\begin{aligned} n \times b_1 + \sum_{i=1}^n x_i \times b_2 &= \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i \times b_1 + \sum_{i=1}^n x_i^2 \times b_2 &= \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{aligned}$$

Koeficienty můžeme vypočítat některou z metod pro řešení soustavy dvou lineárních rovnic, nebo pomocí těchto vzorců (4, s. 80).

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2}, b_1 = \bar{y} - b_2 \bar{x}$$

Odhad regresní přímky je daný rovnicí $\hat{\eta}(x) = b_1 + b_2 x$. V případě, že se regresní přímka nehodí k vyjádření funkce řešeného příkladu, použijeme některou z dalších metod, které jsou uvedeny níže (2, s. 190).

2.3.4 Nelineární regrese

Přestože v řadě případů volíme (hlavně pro jejich jednoduchost a zřejmost interpretovatelných parametrů) nejčastěji lineární regresní funkce, při modelování vztahů ekonomických jevů s lineární závislostí nám nebudou stačit (2, s. 191).

V praxi se totiž používají i nejrůznější nelineární regresní funkce, které mají tu nevýhodu, že nelze odhadovat jejich parametry stejně jako u lineárních regresních funkcí. U těch totiž dochází k odhadu parametrů pomocí metody nejmenších čtverců. U nelineární regresní funkce bychom při využití metody nejmenších čtverců nemuseli dojít k jednoznačnému řešení, nebo by nebylo umožněno přesné vyjádření odhadů regresních parametrů. Proto je nutné využít aproximativní iterační metodu, z nichž je většina založena na postupném zlepšování původních odhadů, které

jsou získány různými metodami. Mezi ně patří metoda vybraných bodů, expertní odhady, nebo jiné. Pomocí těchto iteračních metod můžeme dojít k odhadům, které jsou řešením soustavy rovnic funkcionálních a které tudíž minimalizují součet čtvercových odchylek S . Bohužel to ale není pravidlem. Používají se i metody, které nevyužívají minimalizaci součtu čtvercových odchylek S . Sice vedou d odhadům, které jsou zkreslené, nebo nemají jiné optimální statistické vlastnosti, ale stačí nám pro řešení konkrétních úloh. Jedná se o metody vybraných bodů a metody linearizující transformace (7, s. 73).

2.3.5 Linearizovatelné funkce

Pokud vhodnou transformací nelineární funkce $\eta(x, \beta)$ dostaneme funkci, jež lineárně závisí na svých regresních koeficientech, říkáme, že se jedná o linearizovatelnou regresní funkci. Regresní koeficienty a další charakteristiky této linearizované funkce získáme použitím regresní přímky, nebo klasického lineárního modelu. Odhady koeficientů a další charakteristiky pro nelineární model získáme díky zpětné transformaci (4, s. 104).

2.3.6 Nelinearizovatelné funkce

Existují ještě speciální funkce, které jsou používány hlavně v časových řadách vyjadřujících ekonomické děje. Jsou jimi logistický trend, modifikovaný exponenciální trend a konečně Gompertzova křivka (4, s. 107).

Odhady b_1, b_2, b_3 koeficientů $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ u těchto tří funkcí získáme pomocí vzorců (za předpokladu kladného β_3) (4, s. 108).

$$b_3 = \left[\frac{S_3 - S_2}{S_2 - S_1} \right]^{1/mh}$$

$$b_2 = (S_2 - S_1) \frac{b_3^h - 1}{b_3^{x_1} (b_3^{mh} - 1)^2}$$

$$b_1 = \frac{1}{m} \left[S_1 - b_2 b_3^{x_1} \frac{1 - b_3^{mh}}{1 - b_3^h} \right]$$

v nichž jsou S_1, S_2, S_3 součty určené níže uvedenými vzorci, které však platí pouze za splnění podmínky:

- Počet n dvojic hodnot (x_i, y_i) $i = 1, 2, \dots, n$, je dělitelný třemi. Platí tedy $n = 3m$, kde je m přirozené číslo. Můžeme tedy data rozdělit do tří stejně velkých skupin. V případě

nesplnění tohoto požadavku se vynechá potřebný počet počátečních, nebo koncových dat.

- Hodnoty x_i musí být zadány v ekvidistančních krocích, to znamená stejně velkých, o délce $h > 0, x_i = x_1 + (i - 1)h$ (4, s. 108).

$$S_1 = \sum_{i=1}^m y_i$$

$$S_2 = \sum_{i=m+1}^{2m} y_i$$

$$S_3 = \sum_{i=2m+1}^{3m} y_i$$

2.3.7 Modifikovaný exponenciální trend

Je využíván v případech, kdy potřebujeme shora, nebo zdola ohraničenou funkci. Vypadá následovně (4, s. 107).

$$\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 \beta_3^x$$

2.3.8 Spearmanův koeficient pořadové korelace

Pokud nás zajímá rychlá představa o síle závislosti mezi dvěma kvantitativními znaky, nebo chceme vědět, jaká je závislost mezi pořadími znaků x_i, y_i , původní hodnoty nahradíme jejich pořadovými čísly i_x, i_y , která jim přiřadíme podle pozice v uspořádané řadě.

$$r_{i_x i_y} = 1 - \frac{6 \sum (i_x - i_y)^2}{n(n^2 - 1)}$$

Stejně jako původní koeficient korelace může Spearmanův nabývat hodnot $\langle -1; 1 \rangle$ (2, s. 208).

2.4 Analýza časových řad

Častokrát se k nám ekonomické informace dostávají formou chronologicky uspořádaných údajů. Jsou tedy zachyceny ve formě časových řad (od minulosti po přítomnost). Časovou řadu můžeme chápat jako posloupnost věcně a prostorově srovnatelných pozorování, jež jsou uspořádána podle času vzniku. Chápání mechanismu a příčiny tendencí vývoje ekonomických ukazatelů, které zkoumáme, vyžaduje zvládnutí postupů, jež umožňují popsat charakteristické vývoje zkoumaných hospodářských procesů. Díky této analýze můžeme lépe porozumět hospodářským mechanismům, určujícím tento vývoj a stanovit dokonce prognózu na několik příštích období, která nám umožní předvídat možné budoucí chování. Tato předpověď však

samozřejmě nikdy nebude stoprocentní, protože sledovaný děj může být ovlivněn obrovským množstvím proměnných, jako jsou lidské chování, nebo hospodářské krize (7, s. 89).

S takto chronologicky uspořádanými daty se dnes samozřejmě setkáváme v různých oblastech života. Už velmi dlouho jsou využívány ve fyzice, seismologii, biologii, či v demografii pro změny a složení obyvatelstva. Při záznamu EKG, nebo předpovědi počasí je bereme jako běžnou věc. Velký rozvoj však zažívá i v ekonomii. Jsou to například makroekonomické ukazatele jako je užití hrubého domácího produktu, nezaměstnanost, nebo inflace. Také nám ukazují vývoj kurzů cizích měn, peněžních zásob, cen akcií na kapitálovém trhu, případně vývoj průmyslové, či stavební produkce a mnohé další (2, s. 246).

Protože používáme časové řady ve velké spoustě odvětví k ještě většímu množství operací, došlo k rozvoji metod analýzy a prognózy ekonomických časových řad. Porozumět minulému vývoji procesů a dění kolem nás a vyvodit předpověď do budoucnosti je přece velmi užitečná schopnost. Proto si dnes můžeme vybrat z poměrně široké nabídky rozmanitých nástrojů a technik. Jelikož je ale většina metod výpočetně velmi časově náročná, s velkou oblibou se využívá statistického software. Ten navíc umožňuje zvýšit přesnost výpočtů, a hlavně možnost ověřování těchto metod v praxi (2, s. 246).

2.4.1 Dělení časových řad

Časové řady ekonomických ukazatelů se obvykle člení. Není to z důvodů definičního vymezení, ale kvůli vyjádření rozdílností v obsahu sledovaných ukazatelů. Ty jsou často navázané na specifické statistické vlastnosti. Jedny můžeme použít pro přírodní procesy například v meteorologii, jiné pro technické aplikace jako jsou různé signály, nebo elektrotechniku. Kvůli tomu je nutné volit rozdílně i prostředky analýzy, která nám pomůže pochopit mechanismus vývoje sledovaného jevu (2, s. 246).

- Podle periodicity sledování údajů na roční, případně dlouhodobé, a krátkodobé. Ty jsou zaznamenávány jednou za týden, měsíc, čtvrtletí a další. Nejčastěji se používají měsíční periody (2, s. 249).
- Podle druhu sledovaných ukazatelů. Mezi ně patří primární, neboli prvotní ukazatele a sekundární, případně odvozené ukazatele. U primární ukazatele jsou zjišťování přímo, patří mezi ně například odpracovaná doba, počet pracovníků k určitému datu, nebo stav zásob. Můžeme u nich jednoznačně určit stav typ charakteristiky, statistické jednotky i statistický znak. Sekundární ukazatele mohou vzniknout jako funkce (zpravidla rozdíl,

či podíl) různých primárních ukazatelů jako jsou zisk, přidaná hodnota, či doba obratu zásob. Nebo jako funkce různých hodnot stejného primárního ukazatele, případně jako funkce dvou či více primárních ukazatelů, pro příklad relativní ukazatele jako jsou produktivita práce na pracovníka, vybavenost práce a další (2, s. 250).

- Podle způsobu vyjádření na peněžní ukazatele a naturální ukazatele. Jejich hodnoty jsou vyjádřeny v naturálních jednotkách, nemají ale takové možnosti agregování ukazatelů. Přestože jsou většinou ekonomické časové řady vyjádřeny v peněžní formě, v delší časové řadě nejsou posoupnosti údajů vždy zcela porovnatelné z důvodů změny cenové hladiny (7, s. 92).
- Podle rozhodného časového hlediska na intervalové a okamžikové (7, s. 89).

2.4.2 Intervalové a okamžikové časové řady

Časové řady intervalových ukazatelů jsou řady ukazatelů, jejichž velikost závisí na délce intervalu, za který jsou ukazatele sledovány. Může jít o obrat firmy za měsíc, hrubý domácí produkt za rok. Všechny ukazatele tohoto typu mohou být sečítány. Kvůli jejich povaze však musí být vztaženy ke stejně dlouhým intervalům. Jinak by totiž nemohly být srovnány a toto srovnání by bylo zkreslené s velmi malou vypovídací schopností. Jde o typický problém hlavně pro krátkodobé časové řady. Někdy totiž nelze zcela bezmyšlenkovitě porovnávat výrobu, nebo prodej výrobku za únor, březen a duben. Tyto měsíce totiž mají jiný počet kalendářních, ale dokonce i pracovních dnů. V některých případech nelze porovnávat přímo časové řady ani pro stejně dlouhé měsíce, protože na rozdílnost výsledků může mít vliv i například počet pátků a pondělí v měsíci. Týká se to zejména časových řad z oblasti obchodu. Pro zajištění porovnatelnosti musíme přepočítat všechna období na jednotkový časový interval. Tato operace je nazvána očišťování časových řad od důsledků **kalendářních variací**. Nejčastěji jde o očištění na pracovní, nebo kalendářní dny, ale také o obchodní dny. Údaje očištěné na kalendářní dny získáme pomocí vzorce (2, s. 247).

$$y_t^{(0)} = y_t \frac{\bar{k}_t}{k_t}$$

y_t označuje hodnotu očišťovaného ukazatele v příslušném dílčím období t (rok, měsíc, čtvrtletí a jiné), $t = 1, 2, \dots, n$,

k_t ukazuje počet kalendářních dní v dílčím období roku,

\bar{k}_t znamená průměrný počet kalendářních dní v příslušném dílčím období roku.

Podobně vypočítáme údaje očištěné na pracovní dny (7, s. 90).

$$y_t^{(0)} = y_t \frac{\bar{p}_t}{p_t}$$

Koeficienty p jsou ekvivalenty koeficientů k pro výpočet očištěných kalendářních dnů.

Časové řady okamžikových, případně stavových ukazatelů na rozdíl od intervalových tyto problémy nemají, vztahují se totiž k jednomu konkrétnímu okamžiku, nemůžeme je ale z pochopitelných důvodů sečítat.

Pokud chceme graficky znázornit časovou řadu, abychom mohli posoudit současný a zejména budoucí vývoj ukazatele, je třeba rozlišit typ časové řady. Pro každý z těchto druhů časové řady je totiž vhodné jiné časové znázornění.

Intervalové časové řady můžeme graficky znázornit těmito způsoby (4, s. 116).

- Sloupkové grafy, jsou vyjádřeny obdélníky, jejichž základny se rovnají délkám intervalů a výšky jsou rovné hodnotám časové řady příslušného intervalu.
- Hůlkové grafy jsou úsečky, ve středu příslušného intervalu. Jejich délky vyjadřují hodnotu jednoho intervalu časové řady.
- Spojnicové grafy jsou body vynesené opět ve středu intervalu. Jejich vzdálenost vyjadřuje hodnotu jednoho intervalu časové řady. Tyto body jsou spojeny úsečkami.

Okamžikové řady můžeme graficky znázornit pouze spojnicovými grafy (4, s. 116).

2.4.3 Srovnatelnost údajů v časové řadě

Dříve než můžeme použít statistické metody k analýze, případně prognóze, musíme se přesvědčit o srovnatelnosti jednotlivých údajů z věcného, prostorového a časového hlediska (2, s. 251).

Pokud se například změní způsob zjišťování ve vykazujících jednotkách, nebo dojde k použití jiné cenové hladiny, není splněna **věcná srovnatelnost**. Stejně nazývané ukazatele totiž nemusí být vždy stejně obsahově vymezené. Změna obsahového vymezení během času zapříčiní nesrovnatelnost ukazatelů a bezcennost případných výsledků analýzy těchto dat. Typické je to pro některé naturální ukazatele hlavně v dynamicky se vyvíjejících odvětvích, jako je elektronika. V důsledku technického rozvoje totiž nelze srovnávat produkci například mp3 přehrávačů za delší dobu (7, s. 92).

Prostorová srovnatelnost je možnost použití údajů v časových řadách, které se vztahují ke stejným geografickým územím. Nejedná se přitom jen geografickou polohu, ale například i o

odlišný ekonomický prostor například změnou organizační struktury vyvolanou sloučením, nebo osamostatněním pracovišť, technologickým, nebo kapitálovým vstupem zahraniční firmy, či metodickými přesuny mezi odvětvími národního hospodářství (2, s. 251).

Dalším problémem může být **časová srovnatelnost**, která souvisí s kalendářními variacemi a už jsem se o ní zmínil.

Zásadní je ovšem **cenová srovnatelnost**, pro kterou je důležité použít v celé časové řadě jednotných cen. Jedná se buď o běžné, neboli aktuální, ceny, a o stálé ceny, které jsou fixované k určitému datu. V praxi se většinou používají stálé ceny. Je to z důvodu zmírnění efektu technického rozvoje a mnohem rychleji rostoucích průběžných nákladů na jejich pořízení. Dále také proto, že měnící se ekonomické normy ovlivnily ukazatele do velké míry a lze je standardizovat jen srovnatelnými cenami a často jen velmi obtížně (2, s. 251).

2.4.4 Modelování časových řad

Nejjednodušší a také nejpoužívanější metodou modelování časových řad reálných hodnot je **model jednorozměrný** ve tvaru některé z elementárních funkcí času.

$$Y_t = f(t) \qquad t = 1, 2, \dots, n$$

„ Y_t vyjadřuje modelová (teoretická) hodnota ukazatele v čase t , a to taková, aby rozdíly $y_t - Y_t$, označované zpravidla ε_t a nazývané nepravidelnými (náhodnými) poruchami, byly v úhrnu co nejmenší a zahrnovaly působení také ostatních faktorů (vedle faktoru času) na vývoj sledovaného ukazatele.“ (7, s. 95)

K tomuto modelu přistoupíme pomocí **klasického**, neboli **formálního, modelu**, který ale pouze popisuje formu pohybu. Nepoznává tedy jejich věcné příčiny dynamiky časové řady. Tento model je založen na dekompozici řady na čtyři složky časového pohybu, těmito složkami jsou trendová T_t , sezónní S_t , cyklická C_t a nepravidelná ε_t . Tyto složky tvoří v podstatě systematickou část průběhu časové řady. Rozkladem se snažíme o nalezení takových nástrojů, které co nejlépe vysvětlí systematické chování zkoumaného procesu. Souběžná existence všech těchto složek pohybu není zcela nezbytná a je podmíněna spíše věcným charakterem zkoumaného ukazatele. Rozklad složek můžeme provést dvěma způsoby. První je aditivní typ, označujeme Y_t jako modelovou, teoretickou, nebo deterministickou složku. Tato složka se rovná součtu složek trendové, sezónní a cyklické. Druhý typ je multiplikativní. V praxi se

využívá spíše první, aditivní typ. Multiplikativní typ lze navíc převést na aditivní logaritmickou transformací (7, s. 95).

$$y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t = Y_t + \varepsilon_t$$

$$y_t = T_t S_t C_t \varepsilon_t$$

Časová řada je vlastně trend, na který jsou navázány jednotlivé složky. Díky rozkladu trendu na tyto složky se snadněji zjistí zákonitosti v chování řady, než by tomu bylo v původním nerozloženém trendu (4, s. 122).

Trend je hlavní tendence dlouhodobého vývoje analyzované řady v čase. Je důsledkem systematického působení sil ve stejném směru. Jde například o technologické změny ve výrobě, změny výše příjmů obyvatelstva a směny požadavků spotřebitelů. Trend může být rostoucí, klesající, nebo konstantní, nazývané též bez trendu, což ale není z exaktního hlediska správné označení, protože každá časová řada musí mít už ze své podstaty nějaký trend. V případě konstantního trendu se může jednat i o kolísání hodnot ukazatele kolem určité, v podstatě neměnné úrovně (7, s. 96).

Pravidelně se opakující odchylka od trendové složky se nazývá **sezónní složka**. Vyskytuje se u časových řad údajů s periodicitou stejnou, nebo kratší než je jeden rok. Příčiny tohoto kolísání bývají různé. Dochází k nim vlivem střídání ročních období (prodej kabátů a teplého oblečení v zimě), které ovlivňují teplotu, vlivem různé délky každého měsíce, nebo pracovního cyklu, případně vlivem různých společenských zvyklostí jako jsou velké nákupy po výplatě mezd, svátky, dovolené a další (2, s. 255).

Pokud je kolísání okolo trendu s vlnovou délkou delší než jeden rok, mluvíme o **cyklické složce**. Může jít o cykly demografické, strojírenské inovační, jedná se ale o nejspornější složku časové řady. Někdy totiž nebývá považována za samostatnou složku, ale je zařazena jako část trendové složky. Délka vlny je rovna vzdálenosti mezi dvěma sousedními horními, nebo dolními body zvratu. Kromě délky vlny se může měnit také její intenzita v průběhu cyklu. Tato složka může být důsledkem evidentních vnějších vlivů, ale může mít příčiny i mimo ekonomickou oblast. Z těchto důvodů je někdy určení příčin složky a její eliminace velmi obtížná jak z věcných důvodů, tak z důvodů výpočetních. Její charakter se totiž může v čase měnit (4, s. 123).

Náhodná složka je tvořena náhodnými fluktuacemi v průběhu časové řady, jež nemají rozpoznatelný systematický charakter a proto se nepočítají mezi předchozí systematické složky časové řady. Tato složka nám vykrývá také chyby v měření údajů a chyby v zaokrouhlování,

kteřé vznikají v průběhu zpracování časové řady. Chování náhodné složky nelze popsat žádnou časovou funkcí, ale pravděpodobnostně a to pouze v případě, že jsou jejím zdrojem pouze drobné a v jednotlivostech nepostižitelné příčiny, které jsou navíc vzájemně nezávislé. Vlastnosti náhodné složky se často musí prověřovat některými statistickými testy (2, s. 255).

2.4.5 Elementární charakteristiky časových řad

Úkolem analýzy časových řad je většinou získat rychlou a orientační představu o charakteru sledovaného procesu, který tato řada zastupuje. Proto je vizuální analýza zcela běžnou metodou analýzy chování ukazatele. Využívá grafů a určování základních statistických charakteristik. Umožňuje nám rychle rozpoznat dlouhodobou tendenci průběhu řady, nebo některé periodicky se opakující změny vývoje. Kromě grafického zobrazení časových řad máme také širokou škálu možností výpočtů přesných výsledků pomocí metod statistiky. Vizuální analýza nám totiž nedovoluje hlubší poznání souvislostí, mechanismů a popis vlastností časové řady (1, s. 252). Budeme uvažovat o časové řadě s kladnými hodnotami a stejnými intervaly mezi sousedními časovými okamžiky. Nejjednodušší charakteristikou časových řad je **průměr intervalové řady** značený \bar{y} . Je to vlastně aritmetický průměr hodnot časové řady v jednotlivých intervalech (4, s. 117).

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Průměr okamžikové řady je **chronologický průměr**, je označený stejně. Pokud jsou vzdálenosti mezi jednotlivými časovými okamžiky stejně dlouhé, jedná se o **nevážený chronologický průměr** (4, s. 117).

$$\bar{y} = \frac{1}{n-1} \left[\frac{y_1}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} y_i + \frac{y_n}{2} \right]$$

Základní a nejjednodušší charakteristikou popisu vývoje časové řady je **první difference**, neboli **přírůstky**, případně **úbytky**. Jde o rozdíl dvou po sobě jdoucích hodnot časové řady a značíme ji Δ_t^1 . Jednotlivé hodnoty časové řady jsou y_t , $t = 1, 2, \dots, n$ (2, s. 253).

$$\Delta_t^1 = y_t - y_{t-1} \quad t = 2, 3, \dots, n$$

Ukazuje nám o kolik se změnila hodnota v určitém okamžiku, nebo období oproti okamžiku, nebo období bezprostředně předcházejícím. Pokud první difference kolísají kolem konstanty, můžeme říct, že sledovaná časová osa má lineární trend a její vývoj lze popsat přímkou.

Z prvních diferencí určujeme **průměr prvních diferencí**. Je označen $\overline{\Delta^1}$ a vyjadřuje o kolik se průměrně zvýšila, či snížila hodnota řady za jednotkový časový interval (4, s. 119).

$$\overline{\Delta^1} = \frac{y_n - y_1}{n - 1}$$

Další veličinou, která nás zajímá je **koeficient růstu k_t** , neboli tempo růstu. Ukazuje nám rychlost růstu, nebo poklesu hodnot časové řady a vypočítá se jako poměr dvou po sobě jdoucích hodnot časové řady. Je vyjádřen vzorcem (2, s. 253).

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad t = 2, 3, \dots, n$$

Ukazuje nám, kolikrát se zvýšila hodnota časové řady v určitém okamžik, případně období oproti okamžiku, nebo období bezprostředně předcházejícímu. Pokud koeficienty růstu časové řady kolísají kolem konstanty, usuzujeme z toho, že trend ve vývoji časové řady můžeme vyjádřit exponenciální funkcí (4, s. 119).

Nyní můžeme z koeficientů růstu určit **průměrný koeficient růstu** (průměrné tempo růstu), který je označen \bar{k} . Je to vlastně průměrná změna koeficientů růstu za jednotkový časový interval. Vypočítáme ho jako geometrický průměr (2, s. 253).

$$\bar{k} = (k_2 k_3 \dots k_n)^{\frac{1}{n-1}} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}$$

Ze skladby vzorců pro průměr prvních diferencí a průměr koeficientů růstu vidíme, že záleží pouze na první a poslední hodnotě časové řady. Na prostředních hodnotách uvnitř intervalu tedy nezáleží. Proto můžeme interpretovat tyto charakteristiky pouze v případě, má-li časová řada v podstatě monotónní vývoj. Pokud se však uvnitř zkoumaného intervalu střídá růstu a pokles, nejsou pro nás tyto charakteristiky přínosné a nemají téměř žádnou vypovídací hodnotu (4, s. 120).

3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části je popsán současný stav na trhu mobilních operátorů v ČR, tato data budou využita v další části pro vytvoření prognóz do dalších období.

3.1 Mobilní operátoři v České republice

Historie mobilních telekomunikací v našem státu sahá již přes 25 let do minulosti. 12. září 1991 totiž na území bývalého Československa spustila společnost Eurotel první mobilní síť. Síť tvořily 2 vysílače v Praze a jeden v Brně a jednalo se o analogovou síť 1. generace na frekvenci 450 MHz. Během několika málo let bylo do této sítě přihlášeno asi 70 tisíc zákazníků (8).

Velkého rozšíření se mobilní telefony v ČR dočkaly až se sítěmi druhé generace (2G), tedy digitální GSM, a příchodem druhého operátora Paegas v roce 1996. Bylo to hlavně díky snížení extrémně vysokých cen vlivem vzniku konkurence. 2G síť je kvůli svému téměř 100 % pokrytí používána dodnes pro hovory a SMS a také pro pomalejší internet (8).

V roce 2000 přišel dosud poslední klasický mobilní operátor využívající standardní technologie Oskar. Kvůli pozdějšímu příchodu na trh a zpočátku horšímu pokrytí je však dodnes nejmenší z této trojice z pohledu počtu zákazníků (8).

Od roku 2005 se na trhu mobilních operátorů na dlouhou dobu nestalo nic významného. Došlo totiž k tvorbě oligopolu, kdy měli operátoři podobné tarify za podobné ceny. Navíc kvůli nedostatku volných frekvencí nemohl do tohoto odvětví vstoupit další subjekt. Částečně na vině je také ČTÚ, který nedokázal nastavit pravidla aukce sítě 3. generace souhrnně označovaná jako 3G směrem k rychlému rozvoji, a přestože se aukce konala již v roce 2000, musela být zrušena a opakována o rok později. V aukci navíc nebyla stanovena rozvojová kritéria případně další podmínky, jen nutnost spuštění sítě. Přestože to Vodafone (dříve Oskar) 2-krát nedodržel, ČTÚ mu neudělil žádnou sankci. Ještě kolem roku 2010 byla tvořena 3G síť jen několika jednotkami vysílačů Praha a symbolicky i Brno. Operátoři se odkazovali na přílišnou finanční náročnost výstavby sítě a nejistou rentabilitu investice. Síť 3G tak v ČR nikdy nedospěla dále než k pokrytí většiny okresních a větších měst (9).

Aby se toto neopakovalo i u sítí LTE, sílily hlasy pro neopakování stejných chyb jako u předchozích aukcí. Od té doby se stalo téma mobilních operátorů stále častěji objevované v médiích. Ze strachu proto dnešní O2 (původní Eurotel) v roce 2013, narychlo následované konkurenty Vodafone a T-Mobile (dříve Paegas), přineslo nové tzv. flatové tarify. Ty za

mnohem nižší ceny, než bylo obvyklé, nabízely neomezené volání a SMS a mnohdy na tu dobu zajímavý objem dat. Od roku 2006 totiž mohou všichni zákazníci českých mobilních operátorů přenést své stávající číslo během několika pracovních dnů k jinému operátorovi. Ve stejném roce také proběhla aukce LTE. Protože se ale nezúčastnil aukce žádný nový subjekt, zůstali nám pouze původní tři mobilní operátoři (8).

V České republice působí také Nordic Telecom (dříve Air Telecom), který však obsluhuje síť na nestandardní frekvenci a je nutné mít speciální zařízení pro provoz v této síti, proto má zanedbatelný podíl počtu aktivních SIM karet, který činí 0,2 % (10, s. 17). Dále máme 157 mobilních virtuálních operátorů tzv. MVNO, kteří mají dohromady podíl SIM karet 7 %. Největší jsou však vlastněni, nebo spoluvlastněni původními třemi operátory (10, s. 15). „*Po očištění od podílu tří majetkově propojených virtuálních operátorů měli zbývající virtuální operátoři na maloobchodním trhu podíl 3,4 %.*“ (11) Ostatní virtuální operátoři nemají přístup k sítím LTE (to se začalo měnit až na jaře tohoto roku), nemohou být proto považováni za plnohodnotnou konkurenci. Přestože první z nich působí na českém telekomunikačním trhu již od konce roku 2012, díky velkoobchodním cenám služeb, které jim nabízejí mobilní operátoři, nemohou konkurovat zvláště v nabídce neomezených tarifů, které jsou nejžádanější (12).

Velmi dlouho se čekalo na rušení roamingu na celém území EU, kdy od 15. června 2017 budou moci všichni zákazníci volat a požívat SMS či data v zahraničí za domácí ceny. První domněnka byla taková, že si zákazník bude moci koupit SIM rakouského operátora a využívat ji převážně ve své domovině například v Německu. Byla však nastavena kritéria, která tomuto zneužívání zabráni a SIM půjde v zahraničí využívat jen na kratší cesty (13). Bohužel však začíná být stále více jasné, že operátoři využívají četných mezer a nedostatků legislativy pro svůj prospěch (14). Ze všech těchto důvodů se problém s vysokými cenami za volání a data v ČR přesunul i na politickou scénu. Vláda a hlavně premiér Bohuslav Sobotka začali připravovat změnu legislativy, jejíž součástí bude možnost trestání operátorů za nedodržení podmínek aukce kmitočtů, nebo celkové zvýšení výše pokuty až na 10 % obratu společnosti (15).

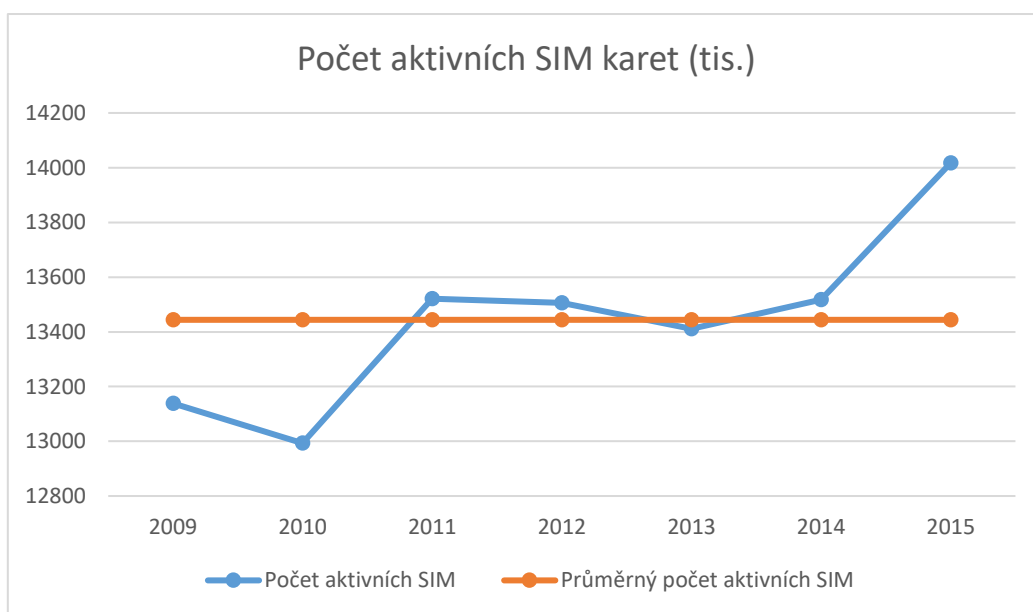
Přestože se česká vláda ocitla v krizi, novela prošla poslaneckou sněmovnou a čeká na schválení senátem a prezidentem (16). I tak v současnosti jediná možná změna a snížení cen může vzejít z kampaně „Chci výhodnější tarif“ lobbistů Telefonující.cz a největšího a nejváženějšího spotřebitelského sdružení dtest.cz, kteří chtějí poukázat na nerovnost telekomunikačního trhu (17). Organizace s již několika málo SIM kartami si totiž mohou vyjednat ceny několikrát výhodnější, než jsou nabídky pro běžné spotřebitele (18).

3.2 Počet aktivních SIM karet

V této části bude popsán vývoj počtu aktivních SIM karet, které jsou evidovány pomocí nové metodologie EU/EK. Všechny údaje o počtu SIM karet jsou uvedeny v tisících. Jde o okamžikovou časovou řadu. V tabulce jsou uvedeny počty aktivních SIM karet v příslušných letech (y_i), jejich první diference ($1d_i(y)$) a koeficienty růstu ($k_i(y)$).

Tab. 1: Počet aktivních SIM karet (Převzato z 19)

i	Rok	y_i	$1d_i(y)$	$k_i(y)$
1	2009	13 139	-	-
2	2010	12 993	-146	0,99
3	2011	13 521	528	1,04
4	2012	13 506	-15	1,00
5	2013	13 411	-95	0,99
6	2014	13 518	107	1,01
7	2015	14 017	499	1,04



Graf 1: Počet aktivních SIM karet (Převzato z 19)

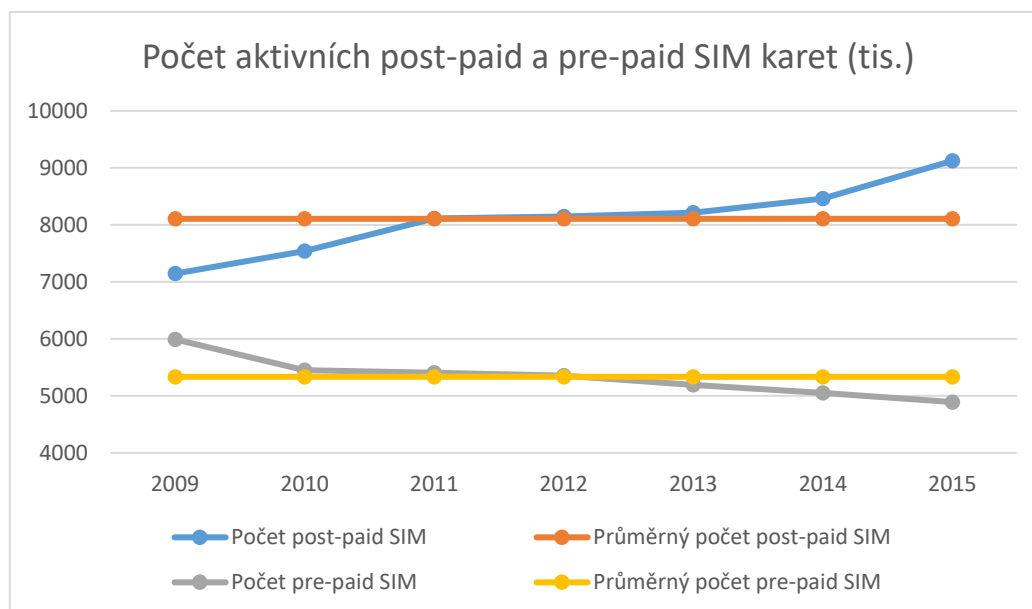
Z grafu lze vypožorovat, že počet aktivních SIM karet u operátorů v ČR má rostoucí tendenci. Je tomu hlavně díky poměrně vysokým přírůstkům mezi roky 2010 a 2011 a také mezi roky 2014 a 2015. V obou obdobích se jednalo o zvýšení o přibližně půl milionu SIM karet. Plně tak vynahrazují stagnaci, nebo mírné snižování počtu v ostatních obdobích. Propad mezi léty 2009 a 2010 lze vysvětlit doznívající světovou hospodářskou krizí a slabší pokles mezi roky 2012 a

2013, který je pravděpodobně zapříčiněn příchodem virtuálních operátorů a také velkou tarifní revolucí. Tento údaj je dále velmi zajímavý v kontextu s počtem obyvatel ČR, kterých je 10,55 milionu. To znamená, že na každého obyvatele České republiky včetně dětí připadá 1,3 SIM karty.

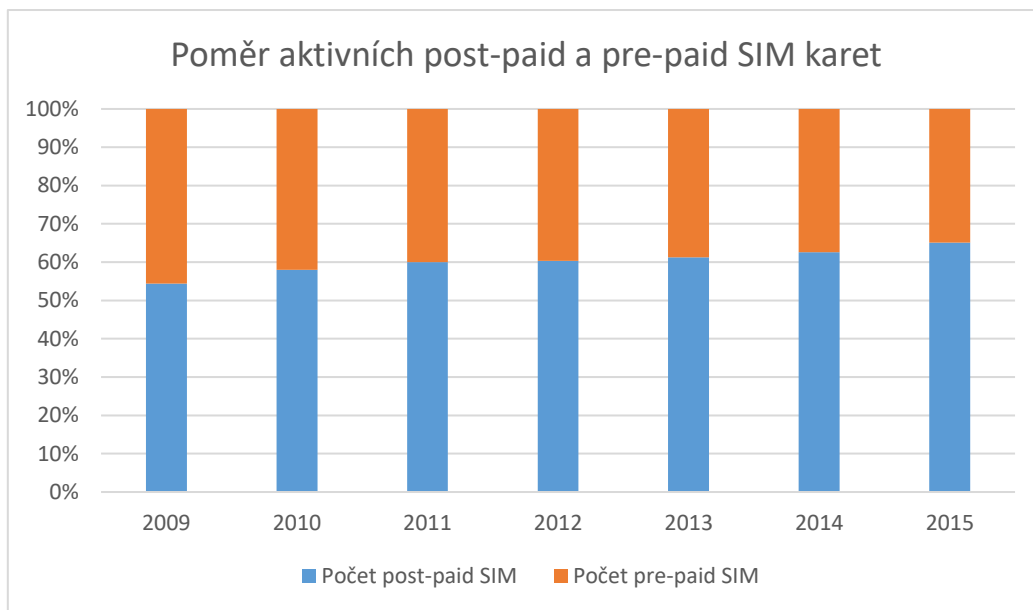
V následující tabulce jsou uvedeny počty aktivních paušálních (post-paid) SIM karet v příslušných letech (y_i), jejich první difference ($1d_i(y)$) a koeficienty růstu ($k_i(y)$). Dále potom počty aktivních přepacených (pre-paid) SIM karet v příslušných letech (z_i), jejich první difference ($1d_i(z)$) a koeficienty růstu ($k_i(z)$), které byly podle metodiky měření nabity alespoň jednou za poslední 3 měsíce.

Tab. 2: Počet aktivních post-paid a pre-paid SIM karet (Převzato z 19)

i	Rok	y_i	$1d_i(y)$	$k_i(y)$	z_i	$1d_i(z)$	$k_i(z)$
1	2009	7 146	-	-	5 993	-	-
2	2010	7 539	393	1,05	5 454	-539	0,91
3	2011	8 113	574	1,08	5 406	-48	0,99
4	2012	8 148	35	1,00	5 358	-48	0,99
5	2013	8 216	68	1,01	5 195	-163	0,97
6	2014	8 463	247	1,03	5 055	-140	0,97
7	2015	9 124	661	1,08	4 893	-162	0,97



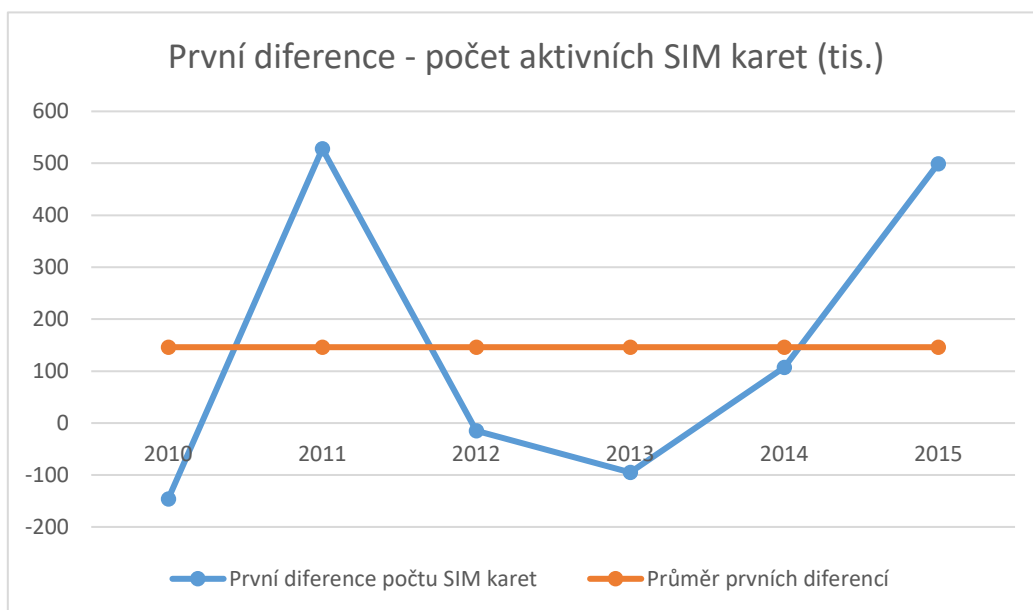
Graf 2: Počet aktivních post-paid a pre-paid SIM karet (Převzato z 19)



Graf 3: Poměr aktivních post-paid a pre-paid SIM karet (Převzato z 19)

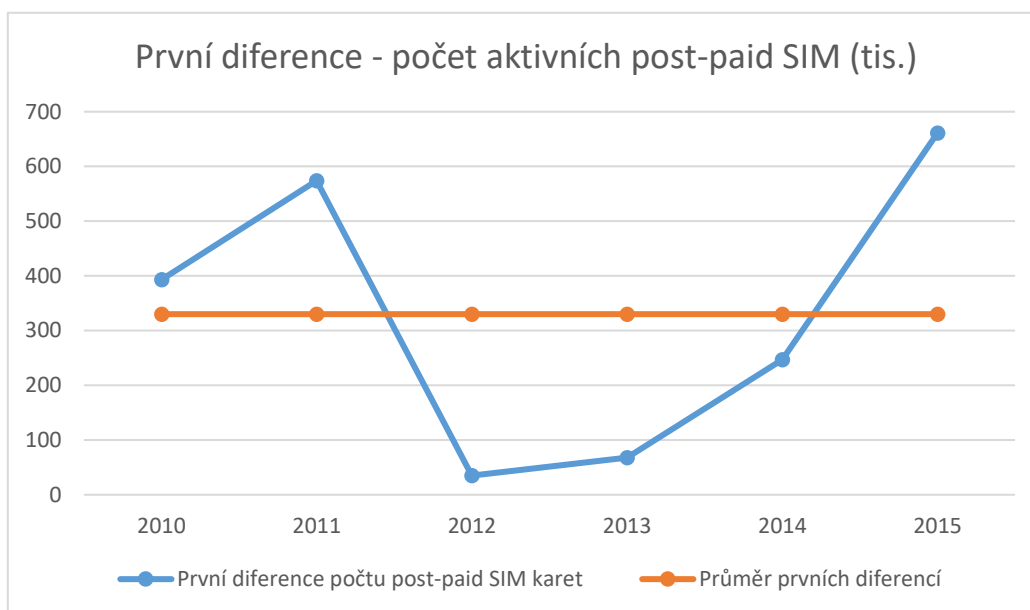
Z předchozích dvou grafů je na první pohled patrné, že vývoj počtů přepacených a paušálních SIM karet má podobu rozevírajících se nůžek. Již v roce 2009 bylo přes 54 % SIM karet ve prospěch tarifních zákazníků. Situace se od roku 2011 do roku 2013 téměř stabilizovala, aby nabrala opět výrazný přeliv směrem k paušálům, který od té doby stále zesiluje. Hlavní motor tohoto posunu je opět přechod na neomezené tarify představené na jaře roku 2013. V posledním sledovaném roce 2015 tedy máme už 65 % tarifních SIM karet a pouze 35 % předplacených.

3.2.1 První diference a průměr prvních diferencí



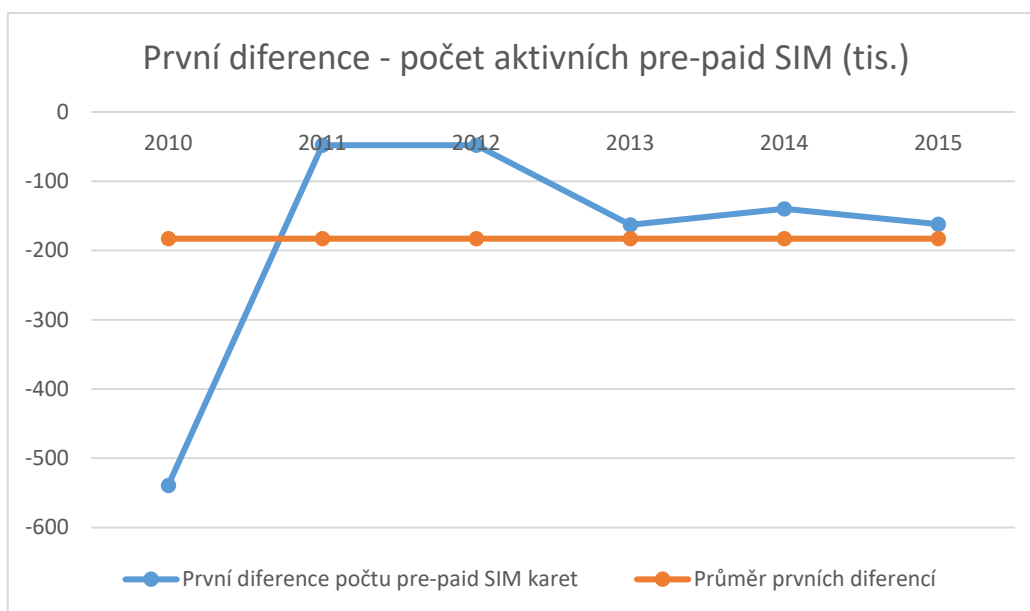
Graf 4: První diference - počet aktivních SIM karet (Vlastní zpracování)

První difference nám ukazuje, jaké jsou přírůstky, případně úbytky hodnot mezi následujícími obdobími. Patří mezi nejzákladnější charakteristiky časových řad. Z grafu je patrný průměrný přírůstek 146 tisíc SIM karet každý rok. Jednotlivá období však naznačují velkou rozkolísanost ukazatele. S výjimkou roku 2011, kdy došlo k rekordnímu nárůstu aktivních SIM o 528 tisíc oproti předchozímu období, jde až do roku 2013 o samé poklesy. Až v roce 2014 je vidět jasný rostoucí trend, následovaný ještě strmějším růstem již o 499 tisíc karet v roce 2015. Celkový růst je velmi zajímavý i s ohledem na již zmiňovaný celkový počet aktivních SIM karet s ohledem na počet obyvatel ČR.



Graf 5: První difference - počet aktivních post-paid SIM karet (Vlastní zpracování)

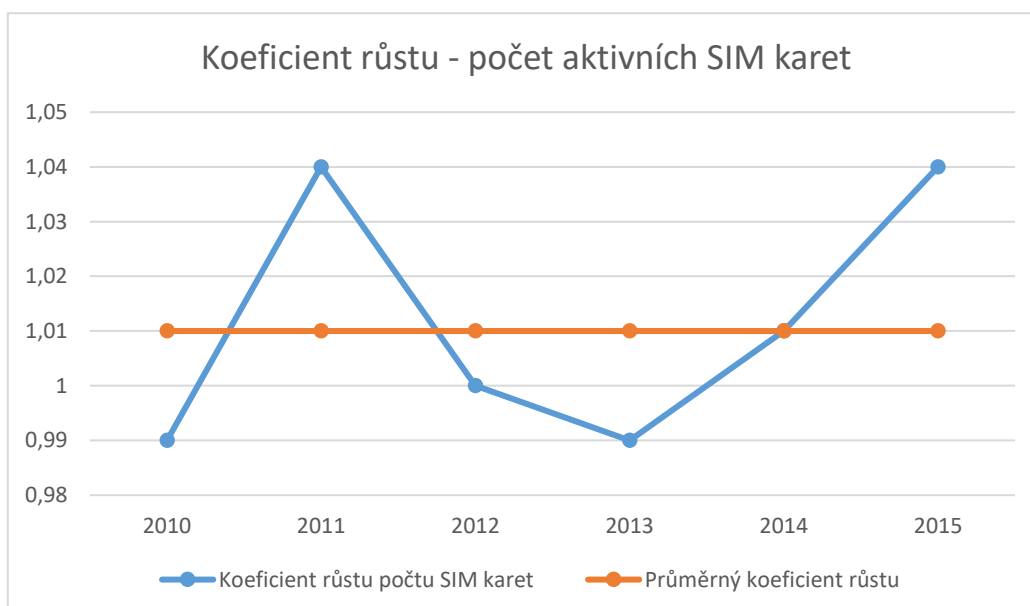
Paušální SIM karty rostou bez ohledu na dění na trhu mobilních telekomunikací, přes ochlazení v letech 2012 a 2013 jejich počet raketově stoupá a potvrzuje zájem zákazníků o tarifní řešení obsahující neomezené nabídky volání a SMS. Důvod, proč se větší růst neobjevil už v roce 2013 je možné vysvětlit nutností vypršení stávajícího úvazku u operátora, který bývá často na 12, nebo dokonce 24 měsíců. Tarifní revoluce v roce 2013 přišla možná právě z důvodu ustávajícího zájmu o paušální SIM karty a byla tak reakcí na možný zvrat trhu.



Graf 6: První diference - počet aktivních pre-paid SIM karet (Vlastní zpracování)

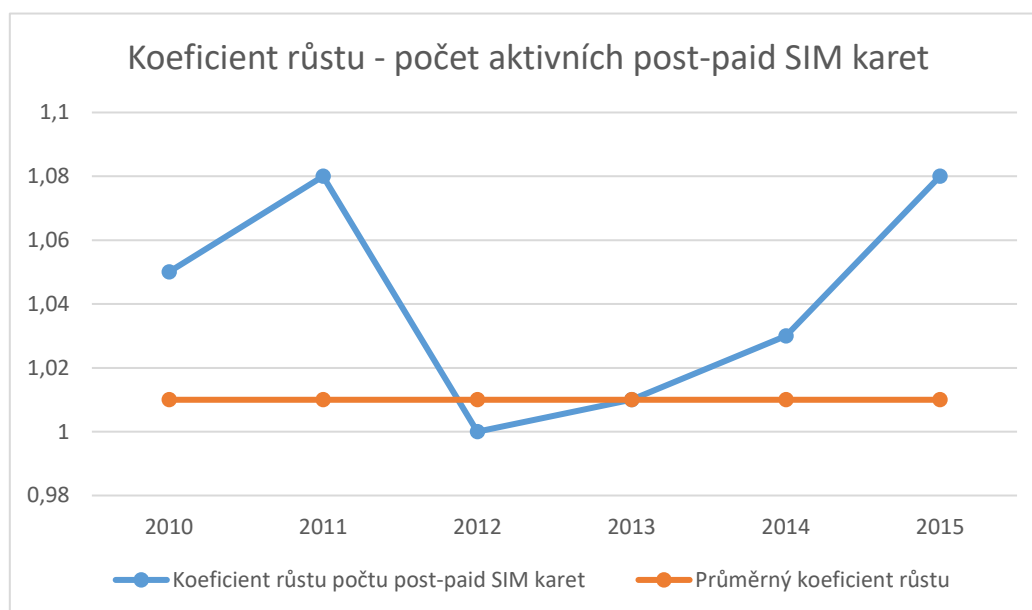
Přesně opačná situace je na trhu předplacených SIM karet. Přestože se již neopakuje obrovský pokles o 539 tis. karet v roce 2010, dochází ke konstantnímu poklesu počtu těchto SIM. Nic s ním nezmůžou ani virtuální operátoři, kteří jsou nuceni orientovat se díky velkoobchodním cenám využívání sítí spíše na předplacené karty. Je to právě z důvodu jen několikaprocentního zastoupení na trhu mobilních operátorů.

3.2.2 Koeficient růstu a průměrný koeficient růstu



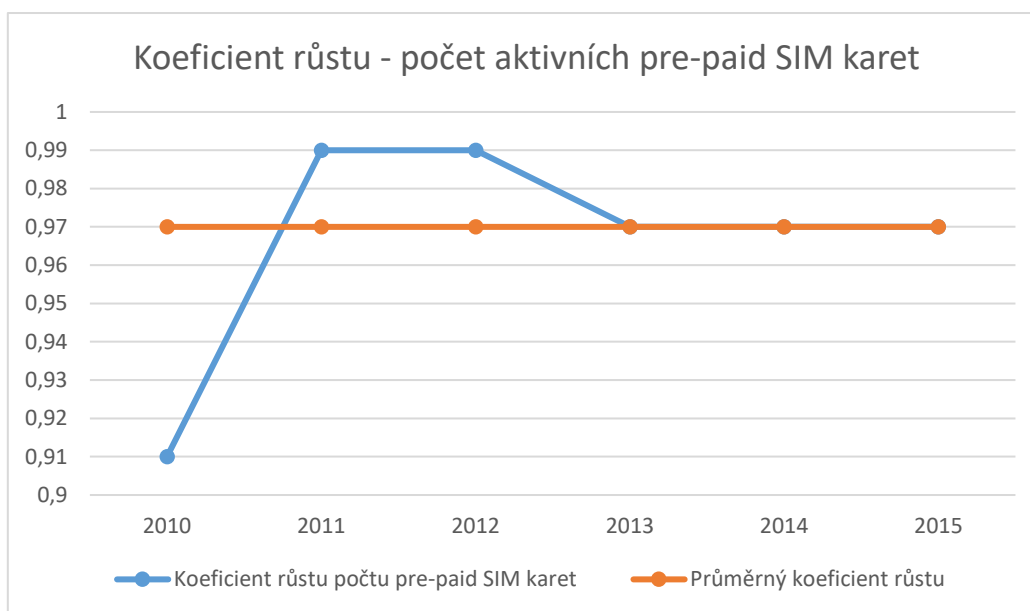
Graf 7: Koeficient růstu - počet aktivních SIM karet (Vlastní zpracování)

Další základní charakteristikou je koeficient růstu, který nám určuje, kolikrát se změnila sledovaná hodnota oproti předcházejícímu období. Pokud je koeficient menší než jedna, došlo k úbytku, pokud je větší než jedna, došlo k přírůstku sledovaného ukazatele. Hodnoty a potažmo grafy samozřejmě korespondují s hodnotami v první diferenci. Průměrně se počet aktivních SIM karet každoročně zvětšuje o 1 %, v letech 2010 a 2013 došlo k jednorozhodnému úbytku a v roce 2012 se počet SIM oproti předcházejícímu období prakticky nezměnil. Roky 2011 a 2015 znamenaly slušný 4 % růst.



Graf 8: Koeficient růstu - počet aktivních post-paid SIM karet (Vlastní zpracování)

Kromě roku 2012 docházelo ve všech letech k pravidelným přírůstkům paušálních SIM karet. Nejvíce šlo o 8 % růst opět v letech 2011 a 2015. Dalšího výraznějšího růstu jsme se dočkali v roce 2010, kdy to bylo 5 % a následně v roce 2014 o 3 % v porovnání s předchozím obdobím. Jednorozhodný růst za celé sledované období kopíruje situaci s počtem všech aktivních SIM karet.



Graf 9: Koeficient růstu - počet aktivních pre-paid SIM karet (Vlastní zpracování)

Celé 3 % předplacených aktivních SIM karet zmizí každý rok. Stejně číslo jako je průměr dosahuje pokles počtu aktivních předplacených SIM poslední 3 sledované roky. V roce 2010 došlo k úbytku celých 9 % z celkového počtu předplacených SIM.

3.2.3 Vyrovnání dat a prognóza vývoje

V této části budou předchozí získaná data vyrovnána a stanoví se jejich trendy v závislosti na vybraných makroekonomických ukazatelích. Jsou jimi hrubý domácí produkt, míra inflace a míra nezaměstnanosti. Jejich hodnoty v příslušných letech jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 3: Makroekonomické ukazatele (Převzato z 20)

Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HDP (mld. Kč b.c.)	3 921,8	3 953,7	4 033,8	4 059,9	4 098,1	4 313,8	4 554,6
Míra inflace (%)	1,0	1,5	1,9	3,3	1,4	0,4	0,3
Nezaměstnanost (%)	6,7	7,3	6,7	7,0	7,0	6,1	5,0

Ze všeho nejdříve musíme vypočítat Spearmanův korelační koeficient. A to pro všechny počty SIM karet a jednotlivé ukazatele. Tím se ujistíme, že mezi nimi existuje korelace. Ty z ukazatelů, pro které bude korelace platit, následně použijeme ve vícenásobné regresi. Z ní lze zjistit, jak moc dané ukazatele ovlivňují sledovanou proměnnou (v našem případě jsou to počty aktivních SIM karet) a také určit rovnici, podle které bychom mohli odhadnout vývoj pro další

období. Spearmanův koeficient vyšel pro jednotlivé ukazatele v případě počtu aktivních SIM karet následovně:

HDP: $r_{sp}: 0,7143 > 0,714$

Inflace: $r_{sp}: |-0,285| < 0,714$

Nezaměstnanost: $r_{sp}: |-0,782| > 0,714$

Protože je z tabulky zjištěná kritická hodnota Spearmanova korelačního koeficientu menší než vypočtené hodnoty HDP a Nezaměstnanosti v absolutní hodnotě, neboli protože jsou tyto hodnoty větší než je kritická hodnota, korelační koeficient je v těchto dvou případech statisticky významný. Je tedy prokázána vzájemná korelace mezi počtem aktivních SIM karet a nezaměstnaností, či hodnotou HDP. Inflace s počtem SIM karet statisticky významně korelována není. Zjištěná kritická hodnota je pro všechny ukazatele stejná a to 0,714 na hladině významnosti 95 %. Nyní můžeme HDP a nezaměstnanost použít pro vícenásobnou regresi (Pro výpočet jsem použil software Statistica). Počet aktivních SIM karet a vyrovnaná data jsou zapsána v následující tabulce.

Tab. 4: Vyrovnání počtu aktivních SIM karet (Vlastní zpracování)

i	Rok	y_i	Vyrovnání
1	2009	13 139	13 213
2	2010	12 993	13 197
3	2011	13 521	13 328
4	2012	13 506	13 330
5	2013	13 411	13 370
6	2014	13 518	13 664
7	2015	14 017	13 999

Index determinance pro zvolenou funkci je $I^2 = 0,784$. To znamená, že 78,4 % rozptylu počtu aktivních SIM karet lze vystihnout danou regresní funkcí. Funkce má po výpočtu koeficientů tento tvar: $\eta(x) = 9\,722,628 - 80,239x_1 + 1,027x_2$.

V této rovnici x_1 představuje míru nezaměstnanosti a x_2 HDP. Pro lepší pochopení si můžeme představit, že v roce 2016 se HDP zvýšilo o 300 miliard Kč a nezaměstnanost snížila o 1 %. V tomto případě by hodnota počtu aktivních SIM karet, měla být přibližně 14 387 tis.

Při výpočtu lze také zjistit koeficienty b^* , které neodpovídají odhadům parametrů b_0 a b_1 , ale používají se k porovnání relativního vlivu jednotlivých nezávisle proměnných na závisle proměnnou. Pro nezaměstnanost máme $b^* = -0,191$ a pro HDP $b^* = 0,707$. Z těchto koeficientů je patrné, že podstatně větší vliv na vývoj počtu aktivních SIM karet má HDP. Protože je koeficient b^* pro HDP kladný, s rostoucím HDP se bude zvyšovat i počet aktivních SIM karet. Pro nezaměstnanost platí opačná korelace, kdy s klesající nezaměstnaností poroste počet SIM karet.

Nyní provedeme stejné výpočty pro post-paid a pre-paid SIM. Vypočítáme tedy Spearmanův korelační koeficient pro oba počty SIM karet, abychom dokázali, nebo vyvrátili existenci korelace mezi těmito hodnotami a makroekonomickými ukazateli, stejně jako v minulém případě.

Post-paid SIM

HDP: $r_{sp}: 1 > 0,714$

Inflace: $r_{sp}: |-0,5| < 0,714$

Nezaměstnanost: $r_{sp}: |-0,564| < 0,714$

Pre-paid SIM

HDP: $r_{sp}: |-1| > 0,714$

Inflace: $r_{sp}: 0,5 < 0,714$

Nezaměstnanost: $r_{sp}: 0,564 < 0,714$

Data pro počty post-paid a pre-paid SIM mají opačné tendence, proto i jejich korelační hodnoty jsou navzájem opačné. Kritická hodnota je opět pro všechny tři ukazatele stejná a to o hodnotě 0,714. Korelační koeficienty mezi oběma počty SIM karet jsou statisticky významné pouze s hodnotami ukazatele HDP, použijeme je tedy ve vícenásobné regresi (pro výpočet jsem použil software Statistica). Inflace, ani nezaměstnanost s počty post-paid a pre-paid SIM statisticky významně korelována není. Skutečné počty SIM karet a vyrovnaná data jsou zaznamenána v následující tabulce.

Tab. 5: Vyrovnání počtu aktivních post-paid a pre-paid SIM karet (Vlastní zpracování)

i	Rok	y_i	Vyrovnání	z_i	Vyrovnání
1	2009	7 146	7 540	5 993	5 621
2	2010	7 539	7 623	5 454	5 579
3	2011	8 113	7 831	5 406	5 473
4	2012	8 148	7 899	5 358	5 439
5	2013	8 216	7 998	5 195	5 388
6	2014	8 463	8 561	5 055	5 102
7	2015	9 124	9 185	4 893	4 786

Index determinance pro zvolenou funkci je $I^2 = 0,850$ pro post-paid SIM a $I^2 = 0,710$ pro pre-paid SIM. To znamená, že 85 %, respektive 71 % rozptylu počtu aktivních post-paid SIM karet lze vystihnout danou regresní funkcí. Funkce má po výpočtu koeficientů tento tvar: $\eta(x) = -2\,657,05 + 2,6x_1$ pro post-paid SIM a $\eta(x) = 10\,797,98 - 1,32x_1$ pro pre-paid SIM.

V této rovnici x_1 představuje HDP. Pro lepší pochopení si můžeme představit, že v roce 2016 se HDP zvýšilo o 300 miliard Kč. V tomto případě by hodnota počtu aktivních post-paid SIM karet, měla být přibližně 9 965 tis. a hodnota počtu aktivních pre-paid SIM karet přibližně 4 390 tis.

Při výpočtu lze také zjistit koeficienty b^* , které neodpovídají odhadům parametrů b_0 a b_1 , ale používají se k porovnání relativního vlivu jednotlivých nezávisle proměnných na závisle proměnnou. Pro HDP je hodnota $b^* = 0,922$, respektive $b^* = -0,843$. Z těchto koeficientů je patrné, že podstatně HDP má velmi velký vliv na vývoj počtu aktivních post-paid i pre-paid SIM karet, ale i nezaměstnanost je zásadní. Hodnota b^* je kladná pro post-paid a záporná pro pre-paid. S růstem HDP se tedy bude počet post-paid SIM zvětšovat a počet pre-paid SIM zmenšovat.

3.3 Průměrná maloobchodní cena za skutečně provolanou minutu

V této části bude popsán vývoj maloobchodních cen za minutu volání jak pro všechny operátory samostatně, tak jejich vážený průměr. Všechny údaje o ceně za skutečně provolanou minutu jsou uvedeny v Kč. Jde o okamžikovou časovou řadu. V tabulce jsou uvedeny ceny za minutu

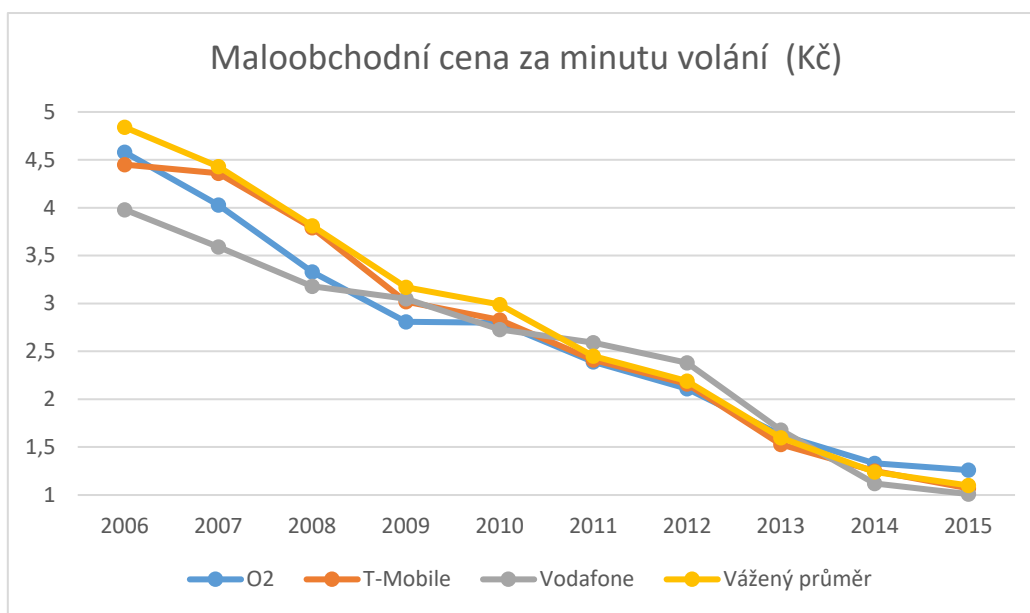
volání příslušných letech (y_i), jejich první difference ($1d_i(y)$) a koeficienty růstu ($k_i(y)$).
Údaje uvedené pro rok 2015 jsou pouze za jeho první pololetí.

Tab. 6: Maloobchodní cena za minutu volání, část 1. (Převzato z 21)

		O2			T-Mobile		
i	Rok	y_i	$1d_i(y)$	$k_i(y)$	y_i	$1d_i(y)$	$k_i(y)$
1	2006	4,58	-	-	4,45	-	-
2	2007	4,03	-0,55	0,88	4,36	-0,09	0,98
3	2008	3,33	-0,70	0,83	3,79	-0,57	0,87
4	2009	2,81	-0,52	0,84	3,02	-0,77	0,80
5	2010	2,8	-0,01	1,00	2,83	-0,19	0,94
6	2011	2,39	-0,41	0,85	2,41	-0,42	0,85
7	2012	2,11	-0,28	0,88	2,16	-0,25	0,90
8	2013	1,63	-0,48	0,77	1,53	-0,63	0,71
9	2014	1,33	-0,30	0,82	1,25	-0,28	0,82
10	2015	1,26	-0,07	0,95	1,07	-0,18	0,86

Tab. 7: Maloobchodní cena za minutu volání, část 2. (Převzato z 21)

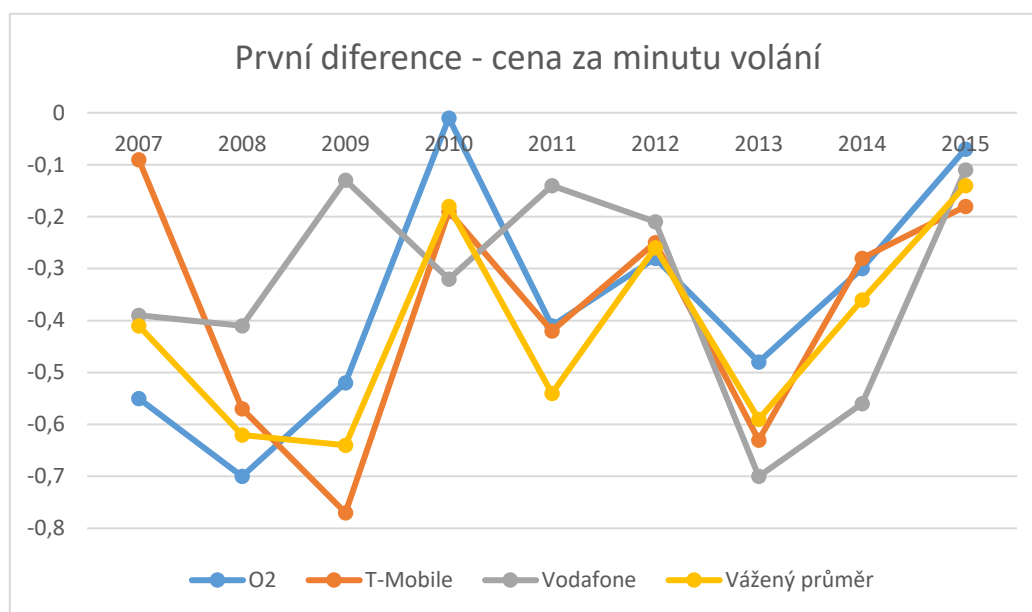
		Vodafone			Vážený průměr		
i	Rok	y_i	$1d_i(y)$	$k_i(y)$	y_i	$1d_i(y)$	$k_i(y)$
1	2006	3,98	-	-	4,84	-	-
2	2007	3,59	-0,39	0,90	4,43	-0,41	0,92
3	2008	3,18	-0,41	0,89	3,81	-0,62	0,86
4	2009	3,05	-0,13	0,96	3,17	-0,64	0,83
5	2010	2,73	-0,32	0,90	2,99	-0,18	0,94
6	2011	2,59	-0,14	0,95	2,45	-0,54	0,82
7	2012	2,38	-0,21	0,92	2,19	-0,26	0,89
8	2013	1,68	-0,70	0,71	1,60	-0,59	0,73
9	2014	1,12	-0,56	0,67	1,24	-0,36	0,78
10	2015	1,01	-0,11	0,90	1,10	-0,14	0,89



Graf 10: Maloobchodní cena za minutu volání (Převzato z 21)

Z grafu můžeme vypořádat, že maloobchodní cena za skutečně provolanou minutu má u českých operátorů klesající tendenci. Je to způsobenou hlavně technologickou evolucí a klesajícími náklady na přenos hlasu v mobilní síti. Její datová propustnost se tím zvětšuje, a proto se příjmy z volání a posílání SMS dlouhodobě snižují ve prospěch příjmů z poskytování přenosu dat. V prvním sledovaném roce 2006 je vidět velmi podobná cena za minutu u O2 a T-Mobile a to okolo 4,5 Kč. Vodafone jako stále ještě nový hráč na trhu (přišel jako Oskar v roce 2000) měl agresivní cenovou politiku, aby získal co největší podíl na trhu. Nižší ceny také byly satisfakcí za horší pokrytí v porovnání se zavedenou konkurencí (8). Pokles cen ale u něj nebyl tak rapidní a v roce 2009 se dostal na stejnou hladinu 3 Kč/minuta jako T-Mobile. V tomto roce bylo nejlevnější O2 s cenou 2,81 Kč. Vodafone se stal dokonce nejdražší v roce 2013, ale zvláště v letech 2011 a 2012 nabízel o hodně vyšší ceny v porovnání s konkurenty. V posledních dvou sledovaných letech je nejdražší O2, následované T-Mobile a nejlevnějším Vodafone, který se dostal na cenu 1,01 Kč za minutu volání. Zvláště v posledních dvou třetinách křivky jsou vidět velmi podobné ceny všech tří operátorů, nedocházelo totiž k žádným cenovým válkám (8).

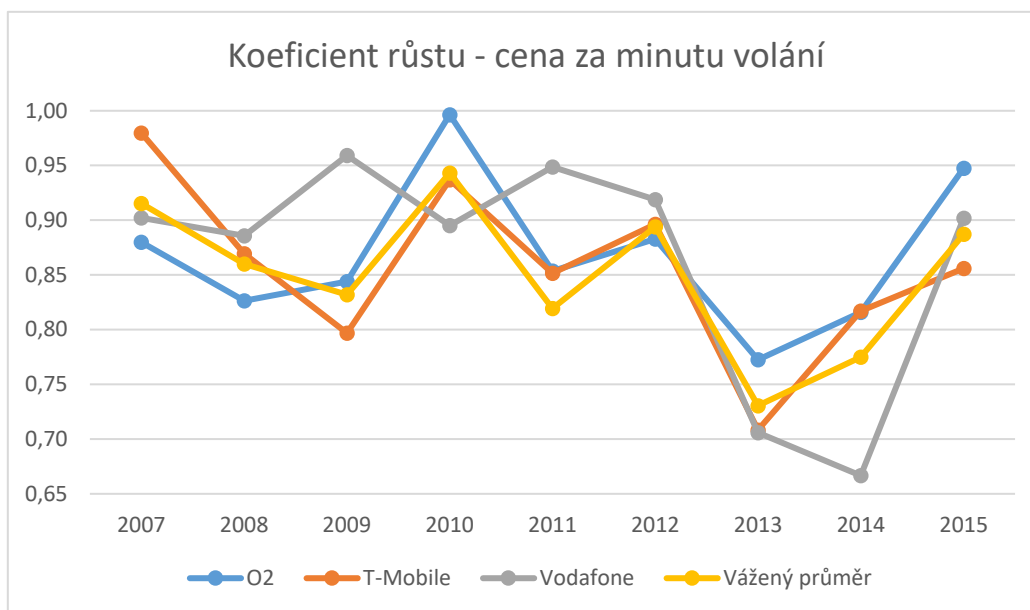
3.3.1 První diference a průměr prvních diferencí



Graf 11: První diference - maloobchodní cena za minutu volání (Vlastní zpracování)

Z grafu je patrné, že se snížení cen každý rok pohybovalo v rozmezí od 0 do 0,8 Kč za minutu volání, šlo tedy o samé poklesy cen. Jednotlivá období však naznačují velkou rozkolísanost ukazatele. Je také patrné, že se mobilní operátoři ve snižování cen vzájemně následovali a není žádný významný rozdíl mezi nimi s výjimkou Vodafone, který měl ze začátku nižší ceny, které však postupně srovnal.

3.3.2 Koeficient růstu a průměrný koeficient růstu



Graf 12: Koeficient růstu - maloobchodní cena za minutu volání (Vlastní zpracování)

Hodnoty a potažmo grafy samozřejmě korespondují s hodnotami v první diferenci. Ceny za minutu volání se do roku 2012 snižovaly od 0 do 2 % v porovnání s předchozím obdobím. V Roce 2013 došlo až ke 3 % snížení ceny, které v roce 2014 překonal Vodafone se 3,3 % změnou směrem dolů. V roce 2015 však všichni 3 mobilní operátoři ubrali v poklesech a došlo ke změnám pouze v rozmezí 0,5 – 1,4 %.

3.3.3 Vyrovnání dat a prognóza vývoje

V této části budou předchozí získaná data vyrovnána a stanoví se jejich trendy v závislosti na vybraných makroekonomických ukazatelích. Jsou jimi hrubý domácí produkt, míra inflace a míra nezaměstnanosti. Jejich hodnoty v příslušných letech jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 8: Makroekonomické ukazatele, část 1. (Převzato z 20)

Rok	2006	2007	2008	2009	2010
HDP (mld. Kč b.c.)	3507,1	3831,8	4015,3	3 921,8	3 953,7
Míra inflace (%)	2,5	2,8	6,3	1,0	1,5
Nezaměstnanost (%)	7,1	5,3	4,4	6,7	7,3

Tab. 9: Makroekonomické ukazatele, část 2. (Převzato z 20)

Rok	2011	2012	2013	2014	2015
HDP (mld. Kč b.c.)	4 033,8	4 059,9	4 098,1	4 313,8	4 554,6
Míra inflace (%)	1,9	3,3	1,4	0,4	0,3
Nezaměstnanost (%)	6,7	7,0	7,0	6,1	5,0

Ze všeho nejdříve musíme vypočítat Spearmanův korelační koeficient. A to pro všechny Ceny za volání jednotlivých mobilních operátorů navázané na zvolené ukazatele. Tím se ujistíme, že mezi nimi existuje korelace. Ty z ukazatelů, pro které bude korelace platit, následně použijeme ve vícenásobné regresi. Z ní lze zjistit, jak moc dané ukazatele ovlivňují sledovanou proměnnou (v našem případě jsou to maloobchodní ceny za skutečně provolanou minutu) a také určit rovnici, podle které bychom mohli odhadnout vývoj pro další období. Spearmanův koeficient vyšel pro jednotlivé ukazatele u jednotlivých operátorů v případě cen za volání následovně:

O2**HDP:** $r_{sp}: |-0,964| > 0,564$ **Inflace:** $r_{sp}: 0,648 > 0,564$ **Nezaměstnanost:** $r_{sp}: 0,134 < 0,564$ **T-Mobile****HDP:** $r_{sp}: |-0,964| > 0,564$ **Inflace:** $r_{sp}: 0,648 > 0,564$ **Nezaměstnanost:** $r_{sp}: 0,134 < 0,564$ **Vodafone****HDP:** $r_{sp}: |-0,964| > 0,564$ **Inflace:** $r_{sp}: 0,648 > 0,564$ **Nezaměstnanost:** $r_{sp}: 0,134 < 0,564$ **Vážený průměr****HDP:** $r_{sp}: |-0,964| > 0,564$ **Inflace:** $r_{sp}: 0,648 > 0,564$ **Nezaměstnanost:** $r_{sp}: 0,134 < 0,564$

Data pro ceny za minutu volání vykazují pro všechny 3 mobilní operátory a pochopitelně i pro jejich vážený průměr stejné korelační hodnoty. Kritická hodnota je pro všechny tři ukazatele stejná a to o hodnotě 0,564. Korelační koeficienty mezi cenami za minutu volání jsou statisticky významné pro HDP, kdy se jedná o velmi silnou nepřímou závislost, a pro Inflaci, kdy jde o středně silnou přímou závislost. Nezaměstnanost nevykazuje statisticky významnou závislost na hladině významnosti 95 %. Ukazatele tedy použijeme ve vícenásobné regresi (pro výpočet jsem použil software Statistica). Maloobchodní ceny za skutečně provolanou minutu a jejich

vyrovnané hodnoty pro všechny jednotlivé mobilní operátory a jejich vážený průměr jsou zaznamenána v následující tabulce.

Tab. 10: Vyrovnání maloobchodních cen za minutu volání, část 1. (Vlastní zpracování)

		O2		T-Mobile	
i	Rok	y_i	Vyrovnání	y_i	Vyrovnání
1	2006	4,58	4,39	4,45	4,51
2	2007	4,03	3,35	4,36	3,49
3	2008	3,33	3,19	3,79	3,64
4	2009	2,81	2,82	3,02	2,81
5	2010	2,8	2,78	2,83	2,81
6	2011	2,39	2,56	2,41	2,63
7	2012	2,11	2,66	2,16	2,84
8	2013	1,63	2,29	1,53	2,30
9	2014	1,33	1,44	1,25	1,37
10	2015	1,26	0,63	1,07	0,55

Tab. 11: Vyrovnání maloobchodních cen za minutu volání, část 2. (Vlastní zpracování)

		Vodafone		Vážený průměr	
i	Rok	y_i	Vyrovnání	y_i	Vyrovnání
1	2006	3,98	4,16	4,84	4,80
2	2007	3,59	3,23	4,43	3,65
3	2008	3,18	3,16	3,81	3,64
4	2009	3,05	2,71	3,17	2,98
5	2010	2,73	2,68	2,99	2,95
6	2011	2,59	2,50	2,45	2,73
7	2012	2,38	2,61	2,19	2,90
8	2013	1,68	2,24	1,60	2,40
9	2014	1,12	1,45	1,24	1,40
10	2015	1,01	0,72	1,10	0,49

Index determinance pro zvolenou funkci je $I^2 = 0,850$ pro O2, $I^2 = 0,837$ pro T-Mobile, $I^2 = 0,906$ pro Vodafone a konečně $I^2 = 0,850$ pro vážený průměr všech mobilních operátorů. To znamená, že 85 %, 83,7 %, 90,6 % a 85 % rozptylu maloobchodních cen za skutečně provolanou minutu lze vystihnout danou regresní funkcí. Funkce má po výpočtu koeficientů tento tvar: $\eta(x) = 15,712 - 0,00332x_1 + 0,129x_2$ pro O2, $\eta(x) = 15,649 - 0,00333x_1 + 0,216x_2$ pro T-Mobile, $\eta(x) = 14,339 - 0,003x_1 + 0,137x_2$ pro Vodafone a také $\eta(x) = 17,376 - 0,00372x_1 + 0,190x_2$ pro vážený průměr všech operátorů.

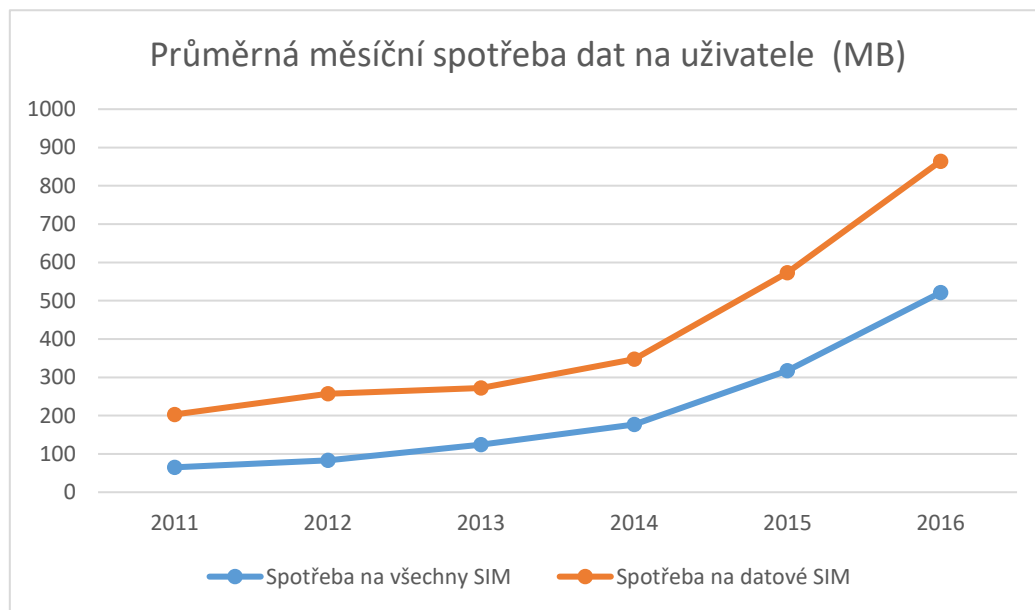
Ve všech těchto rovnicích představuje x_1 HDP a x_2 míru inflace. Pro lepší pochopení si můžeme představit, že v roce 2016 se HDP zvýšilo o 100 miliard Kč a inflace zvýšila o 2 %. V tomto případě by hodnota ceny za minutu volání byla přibližně 0,56 Kč u O2, 0,65 Kč u T-Mobile, 0,69 Kč u Vodafone a 0,50 Kč pro vážený průměr. Pro HDP máme $b^* = -0,824$ a pro inflaci $b^* = 0,204$ v případě O2, pro T-Mobile a HDP je $b^* = -0,751$ a pro inflaci $b^* = 0,309$, pro Vodafone je HDP $b^* = -0,832$ a pro inflaci $b^* = 0,242$ a pro vážený průměr je HDP $b^* = -0,793$ a pro inflaci $b^* = 0,257$. Z těchto koeficientů je patrné, že podstatně větší vliv na vývoj cen za minutu volání má HDP. Hodnoty b^* jsou pro HDP záporné, proto bude cena za minutu volání s růstem HDP klesat. Opačná je situace u inflace, která má b^* kladné, s jejím růstem tedy budou růst i ceny za minutu volání.

3.4 Internet v mobilním telefonu

V této části bude popsán vývoj průměrné měsíční spotřeby dat v MB v poměru k celkovému počtu SIM karet i v poměru k počtu SIM karet využívajících datové služby a také vývoj ARPU u služby internet v mobilu. Všechny údaje o spotřebě dat jsou uvedeny v MB a všechny údaje o ARPU jsou uvedeny v Kč/měsíc. Jde o okamžikovou časovou řadu. V tabulce jsou uvedeny spotřeba dat na celkový počet SIM (y_i) a na počet SIM využívajících datové služby (z_i) v příslušných letech. V druhé tabulce jsou uvedeny hodnoty ARPU (y_i) v příslušných letech. Jejich první difference ($1d_i(y)$) a ($1d_i(z)$) a koeficienty růstu ($k_i(y)$) a ($k_i(z)$). Údaje uvedené pro rok 2016 jsou pouze za jeho první pololetí (v případě spotřeby dat se jedná o dopočet ČTÚ za celé období).

Tab. 12: Průměrná měsíční spotřeba dat na uživatele (Převzato z 19)

i	Rok	y_i	$1d_i(y)$	$k_i(y)$	z_i	$1d_i(z)$	$k_i(z)$
1	2011	65	-	-	203	-	-
2	2012	83	18	1,28	257	54	1,27
3	2013	124	41	1,49	272	15	1,06
4	2014	177	53	1,43	347	75	1,28
5	2015	317	140	1,79	573	226	1,65
6	2016	521	204	1,64	864	291	1,51

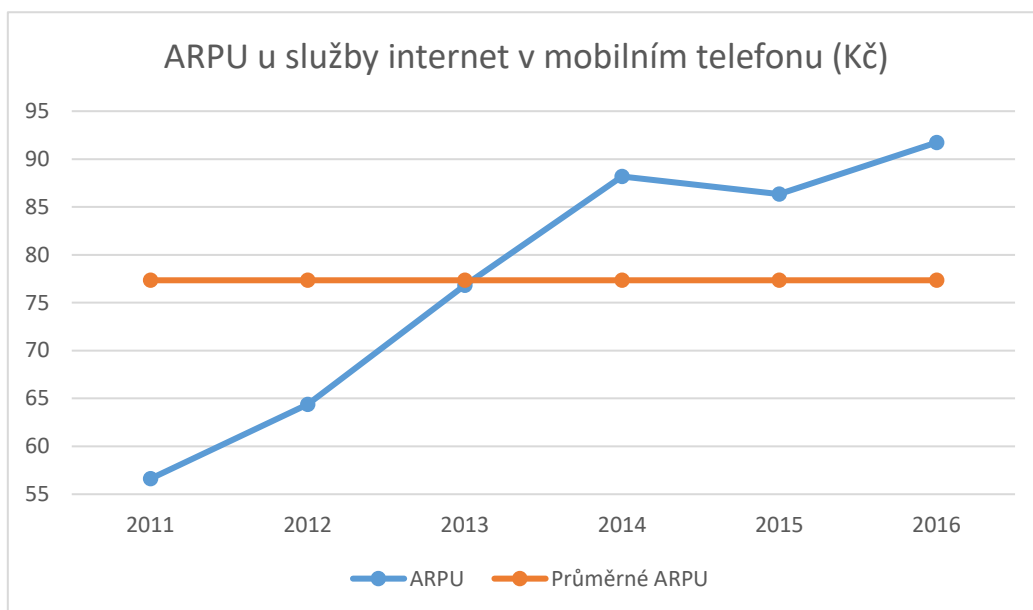


Graf 13: Průměrná měsíční spotřeba dat na jednoho uživatele (Převzato z 19)

Z grafu vidíme, že oba ukazatele mají rostoucí tendenci. Jak jsem zmínil výše, veškerý provoz v mobilních sítích se totiž přelévá od hlasu a SMS k datovým přenosům. Data používá stále více zákazníků a jejich spotřeba se zvyšuje. Od roku 2011 a 203 MB měsíčně na uživatele využívajícího datové služby jsme se tedy dostali až ke 864 MB, které tento uživatel průměrně každý měsíc spotřebuje. Po rozpočítání spotřeby dat na všechny SIM karty dostaneme podobně vypadající časovou řadu, jen s nižšími čísly. 65 MB v roce 2011 a 521 MB měsíčně v roce 2016, které průměrně vycházejí na každou aktivní SIM. Trend zvyšování spotřeby dat navíc v roce 2014 viditelně zesílil.

Tab. 13: ARPU u služby internet v mobilním telefonu (Převzato z 19)

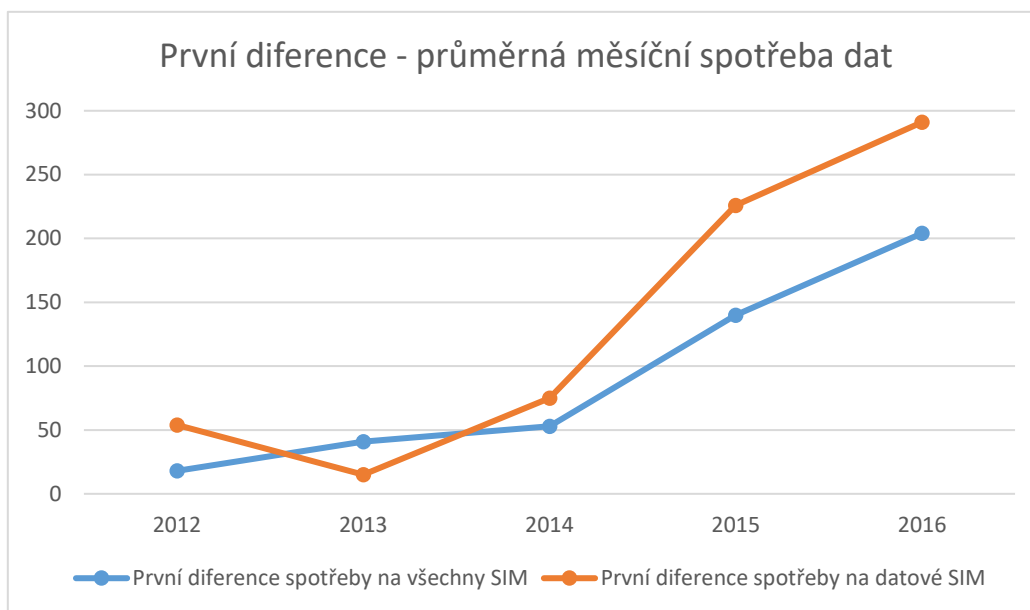
i	Rok	y_i	$1d_i(y)$	$k_i(y)$
1	2011	56,61	-	-
2	2012	64,38	7,77	1,14
3	2013	76,81	12,43	1,19
4	2014	88,17	11,36	1,15
5	2015	86,34	-1,83	0,98
6	2016	91,72	5,38	1,06



Graf 14: ARPU u služby internet v mobilním telefonu (Převzato z 19)

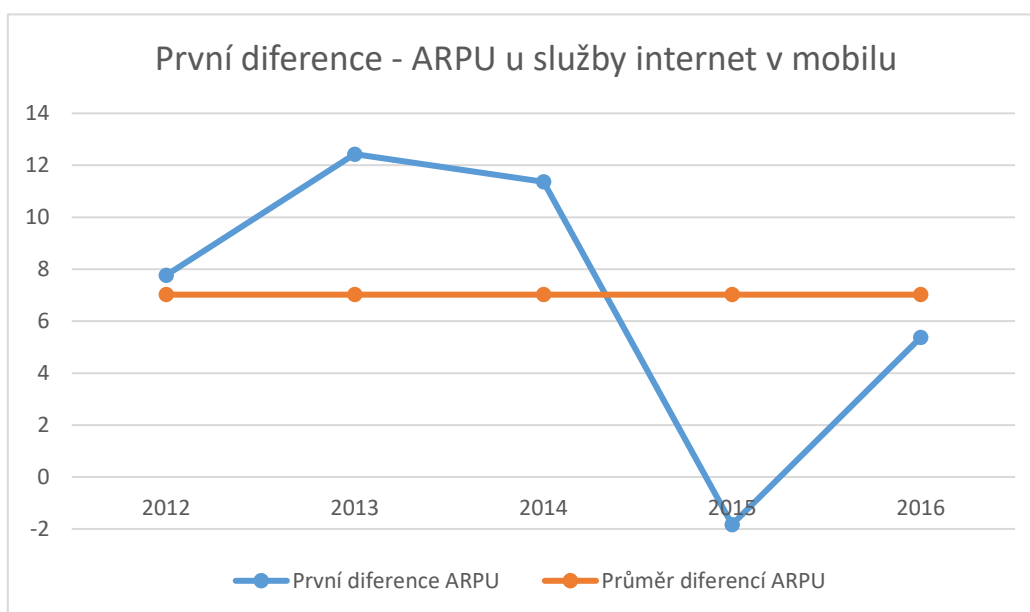
V tomto grafu pozorujeme viditelně se zvětšující měsíční hodnotu ARPU, tedy průměrný výnos na zákazníka, který využívá službu mobilní internet. Tento růst narušuje pouze rok 2015, který znamená jediný pokles za celé sledované období. Za tento časový úsek jsme se dostali od necelých 60 Kč až na sumu, která je větší než 90 Kč měsíčně. Od roku 2014 se navíc pohybujeme nad průměrem za sledované období, které je 77,34 Kč měsíčně. To je s ohledem na v předchozí kapitole zmiňované snižování ceny za minutu volání (se kterou jde i snižování ceny za SMS) velmi významné pro tvorbu zisku operátorů. Jejich nabídka se totiž proměňuje směrem k tarifům (které mají stále větší zastoupení mezi aktivními SIM kartami) s neomezeným voláním a SMS, ale velmi draze zaplacenými daty.

3.4.1 První diference a průměr prvních diferencí



Graf 15: První diference - průměrná měsíční spotřeba dat na jednoho uživatele (Vlastní zpracování)

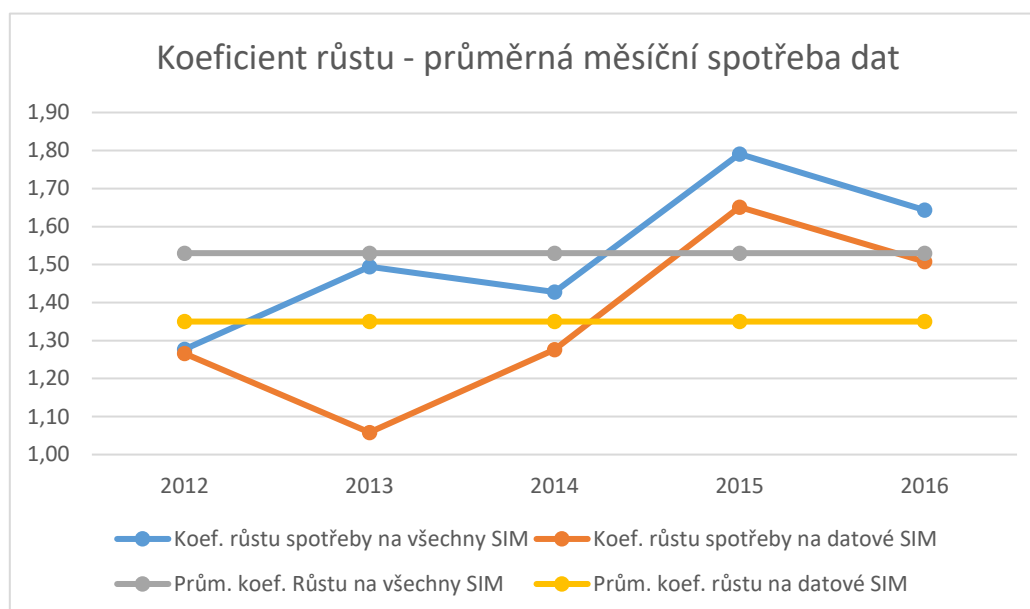
Z grafu je patrné, že u obou sledovaných ukazatelů jednalo o přírůstky zhruba kolem 50 MB měsíčně navíc oproti předchozímu období. V roce 2015 však došlo ke zvýšení o 226 MB v poměru k SIM s daty, případně o 140 MB navíc v poměru ke všem SIM kartám, které měsíčně uživatelé spotřebují. V roce 2016 už došlo ke zvýšení o 291 MB, respektive 204 MB. Jednotlivá období naznačují jasné trendy ukazatelů a lze tak očekávat, že se tyto trendy v budoucnosti nezmění.



Graf 16: První diference - ARPU u služby internet v mobilním telefonu (Vlastní zpracování)

U pozorování grafu vývoje prvních diferencí ukazatele ARPU je zásadní průměr diferencí, který má hodnotu 7 Kč. Průměrně se tedy ve sledovaném období každoročně zvedne průměrný měsíční výnos na zákazníka (plynoucí z této služby) využívajícího mobilní internet o těchto 7 Kč. Je zajímavé, že v letech 2012 až 2014 došlo k nárůstům o 8, 12 a 11 Kč, ale v roce 2015 k propadu o necelé 2 Kč. Zákazníci pravděpodobně začali využívat levnějších řešení a to přestože podle předchozího grafu spotřebovali větší objem dat. V posledním období došlo k nárůstu větším než 5 Kč, stále však nedosahuje již zmiňovaného průměru diferencí v celém sledovaném období.

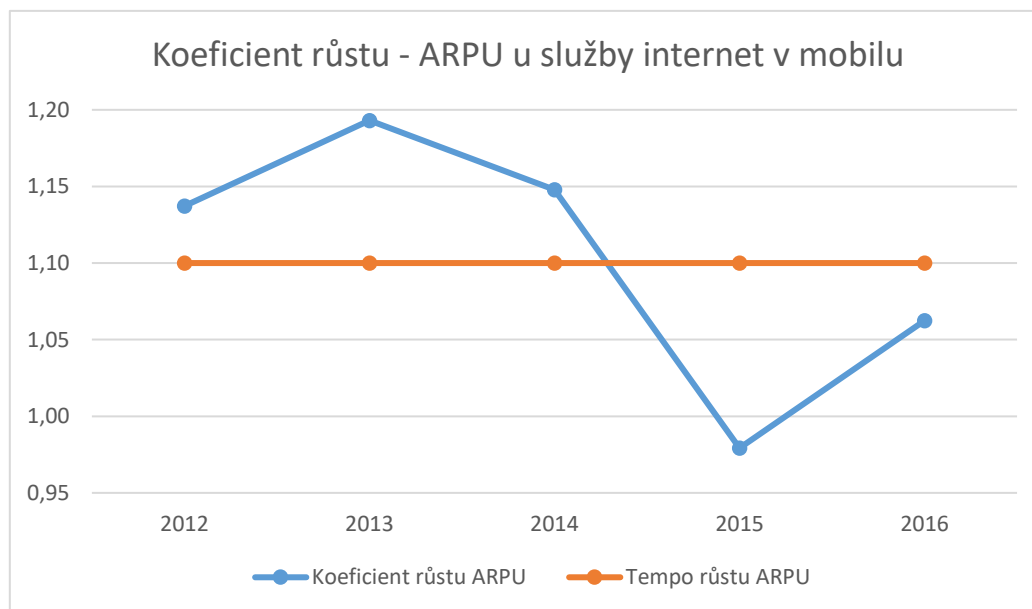
3.4.2 Koeficient růstu a průměrný koeficient růstu



Graf 17: Koeficient růstu - průměrná měsíční spotřeba dat na jednoho uživatele (Vlastní zpracování)

Jak již bylo zmíněno výše, spotřeba dat setrvale roste. Průměrně je to o 35 % ročně více v poměru na datové SIM karty a 53 % růst v poměru ke všem aktivním SIM. To znamená, že roste i počet uživatelů služby internet v mobilním telefonu. Oba trendy mají velmi podobný průběh, s výjimkou roku 2013, kdy došlo jen k minimálnímu 6 % nárůstu spotřeby na jednoho uživatele datových služeb, ale k 49 % nárůstu spotřeby dat na všechny aktivní SIM karty. Lze tedy říci, že došlo k téměř 50 % nárůstu počtu uživatelů služby internet v mobilní telefonu. Opět je to způsobeno hlavně příchodem nových neomezených tarifů, které v sobě automaticky mají i určitý objem dat. Z části pak tyto tarify pořídili i uživatelé, kteří internet v mobilu nevyužívali, nebo jej nepotřebovali. Do roku 2014 šlo o nárůsty pod úrovněmi průměrů, ale poslední dva roky narostla spotřeba dat o 79 a 64 % v poměru ke všem SIM, případně o 65 a 51 % v poměru

k SIM kartám využívajícím internet v mobilu. Překonání rekordu v růstu spotřeby dat z roku 2015 mohou bránit například drahé datové tarify, které nenabízejí potřebný objem dat. Přestože na jaře roku 2017 došlo k podstatné úpravě nabídky, stále se nemůže rovnat s tarify nabízenými v zahraničí (22).



Graf 18: Koeficient růstu - ARPU u služby internet v mobilním telefonu (Vlastní zpracování)

Graf koeficientu růstu ARPU potvrzuje hodnoty z první difference. Průměrný koeficient růstu je na hodnotě 10 %. Je zajímavé, že ukazatel rostl hlavně v obdobích 2012 až 2014, kdy dosahoval 15 – 20 % zvyšování. V roce 2015 došlo k 2 % propadu a poslední rok znamenal přiblížení ukazatele zpět k průměru, i když zatím jen hodnotou 6 %. Je z něj patrné, že spotřebitelé již nechtějí za nabízené objemy dat platit vyšší peníze, ale rádi by zůstali na podobných hodnotách za platby za tyto služby.

3.4.3 Vyrovnání dat a prognóza vývoje

V této části budou předchozí získaná data vyrovnána a stanoví se jejich trendy v závislosti na vybraných makroekonomických ukazatelích. Jsou jimi hrubý domácí produkt, míra inflace a míra nezaměstnanosti. Jejich hodnoty v příslušných letech jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 14: Makroekonomické ukazatele (Převzato z 20)

Rok	2011	2012	2013	2014	2015	2016
HDP (mld. Kč b.c.)	4 033,8	4 059,9	4 098,1	4 313,8	4 554,6	4715,1
Míra inflace (%)	1,9	3,3	1,4	0,4	0,3	0,7
Nezaměstnanost (%)	6,7	7,0	7,0	6,1	5,0	4,0

Ze všeho nejdříve musíme vypočítat Spearmanův korelační koeficient. A to pro všechny hodnoty, jako jsou ARPU a obě průměrné měsíční spotřeby dat vzhledem k zvoleným ukazatelům. Tím se ujistíme, že mezi nimi existuje korelace. Ty z ukazatelů, pro které bude korelace platit, následně použijeme ve vícenásobné regresi. Z ní lze zjistit, jak moc dané ukazatele ovlivňují sledovanou proměnnou (v našem případě jsou to ARPU a průměrné měsíční spotřeby dat) a také určit rovnici, podle které bychom mohli odhadnout vývoj pro další období. Spearmanův koeficient vyšel pro jednotlivé ukazatele v případě průměrné měsíční spotřeby dat následovně:

Měsíční spotřeba dat na všechny SIM

HDP: $r_{Sp}: 1 > 0,829$

Inflace: $r_{Sp}: |-0,771| < 0,829$

Nezaměstnanost: $r_{Sp}: |-0,812| < 0,829$

Měsíční spotřeba dat na datové SIM

HDP: $r_{Sp}: 1 > 0,829$

Inflace: $r_{Sp}: |-0,771| < 0,829$

Nezaměstnanost: $r_{Sp}: |-0,812| < 0,829$

Pro hodnoty ARPU u služby internet v mobilním telefonu vyšel Spearmanův koeficient následovně:

HDP: $r_{Sp}: 0,943 > 0,829$

Inflace: $r_{Sp}: |-0,714| < 0,829$

Nezaměstnanost: $r_{Sp}: |-0,754| < 0,829$

Data pro obě průměrné měsíční spotřeby dat na jednoho uživatele vykazují stejné korelační hodnoty. Kritická hodnota je pro všechny tři ukazatele stejná a to o hodnotě 0,829. Korelační koeficienty mezi spotřebou dat jsou statisticky významné pro HDP, kdy se jedná o velmi silnou přímou závislost, stejně tak je tomu i mezi ARPU a HDP. Inflace, ani nezaměstnanost

nevykazuje statisticky významnou závislost na hladině významnosti 95 % pro ani jeden ze tří sledovaných ukazatelů. Ve vícenásobné regresi tedy použijeme pouze HDP shodně pro všechny tři sledované ukazatele (pro výpočet jsem použil software Statistica). Průměrné měsíční spotřeby dat a jejich vyrovnané hodnoty pro oba sledované poměry vzhledem k SIM jsou zaznamenána v následující tabulce.

Tab. 15: Vyrovnání průměrné měsíční spotřeby dat na jednoho uživatele (Vlastní zpracování)

		Měsíční spotřeba dat na všechny SIM		Měsíční spotřeba dat na datové SIM	
i	Rok	y_i	Vyrovnání	y_i	Vyrovnání
1	2011	65	73	203	200
2	2012	83	88	257	222
3	2013	124	111	272	255
4	2014	177	241	347	441
5	2015	317	385	573	648
6	2016	521	481	864	786

Index determinance pro zvolenou funkci je $I^2 = 0,941$ pro průměrnou měsíční spotřebu dat vzhledem ke všem aktivním SIM kartám a $I^2 = 0,932$ pro průměrnou měsíční spotřebu dat vzhledem k SIM kartám využívajícím datové služby. Také můžeme říct, že 94,1 % a 93,2 % rozptylu průměrných měsíčních spotřeb dat lze vystihnout danou regresní funkcí. Funkce má po výpočtu koeficientů tento tvar: $\eta(x) = -2347,75 + 0,6x_1$ pro spotřebu dat vzhledem ke všem SIM, $\eta(x) = -3269,15 + 0,86x_1$ pro spotřebu dat vzhledem k datovým SIM. V obou těchto rovnicích představuje x_1 HDP. Můžeme si také představit, že v roce 2017 se HDP zvýšilo o 300 miliard Kč. Za tohoto předpokladu bude hodnota průměrné měsíční spotřeby dat vzhledem ke všem aktivním SIM rovna 661 MB a hodnota průměrné měsíční spotřeby dat vzhledem ke všem SIM kartám využívajícím datové služby 1 044 MB.

Pro HDP máme $b^* = 0,970$ v případě hodnot vzhledem ke všem SIM, $b^* = 0,966$ a pro hodnoty vzhledem k SIM kartám využívajícím data. Jelikož jsou obě hodnoty b^* kladné, s rostoucím HDP porostou také hodnoty spotřeby dat.

V následující tabulce jsou zaznamenány hodnoty ARPU u služby internet v mobilním telefonu a jejich vyrovnané hodnoty:

Tab. 16: Vyrovnání ARPU u služby internet v mobilním telefonu (Vlastní zpracování)

i	Rok	y_i	Vyrovnání
1	2011	56,61	65,55
2	2012	64,38	66,64
3	2013	76,81	68,25
4	2014	88,17	77,31
5	2015	86,34	87,42
6	2016	91,72	94,16

Index determinance pro zvolenou funkci je $I^2 = 0,721$. Také můžeme říct, 72,1 % rozptylu ARPU u služby internet v mobilním telefonu lze vystihnout danou regresní funkcí. Funkce má po výpočtu koeficientů tento tvar: $\eta(x) = -103,874 + 0,042x_1$. V této rovnici představuje x_1 HDP. Můžeme si také představit, že v roce 2017 se HDP zvýšilo o 300 miliard Kč. Za tohoto předpokladu bude hodnota ARPU u služby internet v mobilním telefonu rovna 106,76 Kč měsíčně. Pro HDP máme $b^* = 0,849$, protože je kladné, hodnoty ARPU s růstem HDP také porostou.

4 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

V této části chci shrnout zjištěné výsledky a vyvodit z nich možnosti dalšího vývoje na trhu mobilních telekomunikací v ČR, také bych rád nastínil své nápady na zlepšení fungování tohoto trhu.

V české republice máme 3 mobilní operátory, kteří spolu (po zahrnutí podílu majetkově propojených virtuálních operátorů) obhospodařují 96,4 % telekomunikačního trhu (10, s. 17). Jelikož je však velmi nákladné vybudovat vlastní síť, ať už je to z důvodů rozsáhlosti projektu, nebo z ceny za dražbu frekvencí a tisíců potřebných BTS stanic, neočekává se v dohledné době příchod dalšího hráče (23). Nic na tom nezmění ani neustávající růst počtu aktivních SIM karet, zejména těch lukrativních - tarifních. Jak je patrné z grafů, zvláště z prvních diferencí, počty SIM karet celkově se každoročně zvyšují průměrně o 150 tisíc. V posledním sledovaném roce to bylo dokonce téměř půl milionu. Vývoj počtu aktivních SIM karet je velmi silně navázaný na hrubý domácí produkt ($b^* = 0,707$) a také na nezaměstnanost, i když pouze slabě ($b^* = -0,191$). Růst HDP a částečně také pokles nezaměstnanosti vyvolá zvýšení počtu SIM na trhu. Pro odhady počtu aktivních SIM karet v následujících letech je možné použít následující rovnici $\eta(x) = 9\,722,628 - 80,239x_1 + 1,027x_2$.

V případě paušálních SIM karet se jedná o nárůsty v průměru přes 300 tisíc SIM karet ročně. V posledním sledovaném období bylo na trhu téměř o 700 tisíc tarifních zákazníků více. Post-paid SIM jsou navázané na HDP ještě silněji, koeficient $b^* = 0,922$ také říká, že se zvyšováním hrubého domácího produktu dojde opět k růstu paušálních SIM karet. Rovnice pro výpočet počtů v následujících letech je: $\eta(x) = -2\,657,05 + 2,6x_1$ Přesně opačně je na tom vývoj počtu předplacených SIM karet, které bez přestání klesají. Jejich počet je opět korelován s HDP, ale je nepřímo úměrný, což dokazuje i koeficient se záporným znaménkem $b^* = -0,843$. S každým zvýšením HDP tedy dojde k poklesu předplacených SIM karet.

Tato situace je přímo proti virtuálním operátorům, kteří díky vysokým velkoobchodním cenám nemohou konkurovat ani neomezenými tarify, ani nabídkou internetu přes LTE. Ti se tak musí zaměřit na snižující se počty předplacených SIM karet (12). I z tohoto důvodu se jejich podíl na trhu za 5 let nedostal přes 3,4 %, jediná cesta tedy prozatím vede přes hlasové předplacené karty. Cena za minutu volání se ale bohužel snižuje obrovským tempem a tato komodita tak ztrácí hodnotu. Dokazuje to i graf, ze kterého lze pozorovat pokles ceny za deset sledovaných let z téměř 5 Kč na hodnotu jen těsně nad 1 Kč za minutu volání. Všichni tři operátoři mají navíc velmi podobné ceny. Pokles ceny závisí zvláště na hrubém domácím produktu. S jeho

růstem bude cena za minutu volání klesat. Koeficienty pro HDP jsou následující $b^* = -0,824$ pro O2, $b^* = -0,751$ pro T-Mobile, $b^* = -0,832$ pro Vodafone a také $b^* = -0,793$ pro vážený průměr. Změna ceny za minutu volání závisí i na inflaci, i když je to slaběji než v případě hrubého domácího produktu. Protože má koeficient kladné znaménko, znamená to, že s růstem inflace porostou ceny. $b^* = 0,204$ je pro O2, $b^* = 0,309$ pro T-Mobile, $b^* = 0,242$ pro Vodafone a $b^* = 0,257$ pro vážený průměr všech tří mobilních operátorů. Rovnice umožňující výpočet maloobchodní ceny za skutečně provolanou minutu v následujících letech jsou tyto: $\eta(x) = 15,712 - 0,00332x_1 + 0,129x_2$ pro O2, $\eta(x) = 15,649 - 0,00333x_1 + 0,216x_2$ pro T-Mobile, $\eta(x) = 14,339 - 0,003x_1 + 0,137x_2$ pro Vodafone a také $\eta(x) = 17,376 - 0,00372x_1 + 0,190x_2$ pro vážený průměr všech operátorů. Ve všech čtyřech případech představuje x_1 HDP a x_2 míru inflace.

Jak již bylo zmíněno, pozornost se pomalu upíná na mobilní data. Jen za sledovaných 5 období se zvedla spotřeba jednoho uživatele této služby ze 200 MB měsíčně na téměř 900 MB měsíčně. Každý rok jde průměrně o více než 50 % růst objemu spotřebovaných dat. Navíc se daří zvyšovat i počet zákazníků využívajících mobilní datové připojení. Proto z původních 65 MB rozpočítaných průměrně na všechny SIM karty vzrostl sledovaný ukazatel na více než 500 MB měsíčně. Blíží se tedy doba, kdy budeme u operátorů poptávat jen určitý objem dat a zcela automaticky u něj bude v balíčku i neomezené volání a SMS, to vše navíc bude platit na území celé EU, tedy pokud si operátoři nenajdou možnosti, jak nařízení obcházet (14).

Jak jsem zjistil, hodnota spotřeby dat je velmi silně korelována s HDP, protože mají koeficienty $b^* = 0,970$ pro všechny SIM a $b^* = 0,966$ pro datové SIM kladné znaménko, s růstem hrubého domácího produktu spotřeba poroste. Funkce pro výpočet objemu spotřebovaných dat v dalších letech má pro všechny SIM karty tvar $\eta(x) = -2347,75 + 0,6x_1$ a pro SIM s datovým tarifem tvar $\eta(x) = -3269,15 + 0,86x_1$.

Lidé se také naučili více utrácet za datové přenosy, opět to souvisí s růstem HDP. Dle $b^* = 0,849$ se jedná o velmi silný vztah. Z 55 Kč utracených měsíčně v roce 2011 za data se již pohybujeme nad hranicí 90 Kč za měsíc. Z grafu je patrný jediný propad v roce 2015, kdy došlo k nečekanému poklesu pravděpodobně způsobenému přechodem na levnější tarify. Rovnice pro výpočet hodnoty ARPU, což je průměrný výnos na zákazníka (v tomto případě využívajícího službu internet v mobilu), pro budoucí roky je tento $\eta(x) = -103,874 + 0,042x_1$.

Všechny ukazatele (s výjimkou ceny za volání) sledovány v období ekonomického růstu, přesto vykazují vysoké tempo růstu. Jedná se o počty aktivních SIM karet, zvláště potom paušální

SIM karty, ale také spotřeba dat a ARPU u služby mobilní internet. S cenami se až na tarifní revoluce v letech 2013 a 2017 nic velkého nestalo. Stále zaostáváme za nabídkou v zahraničí (8), (22). Kromě mírného navyšování objemu dat za téměř stejné ceny se tak hlavním tahounem za nižšími cenami za mobilní telekomunikační služby staly neveřejné nabídky pro firemní zákazníky (18).

To však vedlo k pokřivení trhu a jednotlivci prakticky platbami za služby dotují operátory, kteří mohou nabídnout velmi lákavé ceny pro firmy s již několika málo SIM kartami.

Proto vznikla iniciativa „Chci výhodnější tarif“, která se snaží přinést tyto firemní nabídky i pro jednotlivce (17). V posledních několika letech se také velmi zlepšila práce ČTÚ, který se snaží hájit právo klientů, řešit spory vzniklé například neumožněním odstoupení od smlouvy, přestože došlo ke zhoršení podmínek, přinesl cenový srovnávač a tabulku přehledně ukazující nabízené služby a vstřícnost jednání jednotlivých operátorů, kterou nazval spotřebitelský semafor (10, s. 76) (10, s. 134). Ke změně jednání úřadu pomohla obměna vedení i v poslední době medializace problému vysokých cen díky snaze vlády zvýšit udílené pokuty za nekalé jednání operátorů vůči zákazníkům (15). V neposlední řadě může také dojít ke srovnání cen na telekomunikačním trhu v celé Evropské unii a to díky evropskému roamingu bez příplatků. Tento plán však mohou zhatit nejrůznější restrikce a možnosti neplnit daná kritéria, případně vysoko nastavené velkoobchodní ceny, které si mezi sebou budou platit operátoři za obsluhu zahraničního zákazníka jiného operátora (13).

Pokud se tedy neočekává příchod čtvrtého operátora, který by přinesl jisté snížení cen, pokud nedojde k významnému snížení velkoobchodních nabídek operátorů pro MVNO, pokud se nesrovná mobilní telekomunikační trh vlivem evropského roamingu. Nezbyvá nic jiného než držet tři naše oligopolní mobilní operátory pod tlakem ze strany médií, spotřebitelských hnutí, Českého telekomunikačního úřadu, nebo ministerstva průmyslu a obchodu, a také umožnit těmto institucím dosahovat svých cílů za pomoci zákonodárců.

Jestliže vstoupí v platnost novela zákona o elektronických komunikacích, dostane ČTÚ možnost pokutovat mobilní operátory za prohřešky do výše 10 % jejich ročního obrátu. To jsou jednotky miliard Kč (15). Tím by zcela jistě přestalo jednostranné chování operátorů, kteří se neštítí změnit tarif ze strany zákazníka k horšímu a poté mu neumožnit odstoupit od smlouvy (10, s. 134).

Ještě bych vše rád shrnul podmínkami, které musí být splněny, aby na trhu mohl být stav dokonalé konkurence:

- **Dokonalá informovanost kupujících a prodávajících** – Kupující jsou informováni pouze o veřejné nabídce na internetu a na pobočkách, neví, nebo nemohou mít tarify které si vyjednaly firmy pro své zaměstnance, často ale jde o několikrát výhodnější nabídky. V případě MVNO jde o 157 subjektů, je tedy opravdu složité si mezi nimi vybrat. ČTÚ se proto snaží přinášet služby jako je spotřebitelský semafor, nebo cenové kalkulačky (10, s. 15), (10s, 76).
- **Homogenita výrobku** – V případě mobilních operátorů jde o velmi podobné služby, v případě MVNO však často dostaneme předplacené karty, nebo pouze omezené tarify s malým objemem dat. Ta navíc často nevyužívají LTE sítě (8).
- **Velký počet prodávajících** – Na trhu mobilních telekomunikací působí pouze 3 mobilní operátoři, kteří dohromady zaujímají 96,4 % tržního podílu (10, s. 17).
- **Nulové náklady na změnu dodavatele** – Jelikož je většina SIM karet tarifní povahy, které jsou navíc často s úvazkem na 12, nebo 24 měsíců, při vypovězení smlouvy požaduje operátor sankce za předčasné ukončení smlouvy. Často se děje dokonce i to, že operátor neumožní předčasné ukončení při změně podmínek pro zákazníka k horšímu ze strany operátora (10, s. 134).
- **Žádné bariéry pro vstup subjektu na trh** – Existují obrovské bariéry pro vstup na trh způsobené jak cenou za stavbu vlastní sítě, tak cenou za dražbu frekvencí nutných pro provoz mobilního operátora. Jedná se navíc o obrovský projekt, jehož cena je odhadována řádově na miliardy Kč. Dražba volných frekvencí se také koná jen jednou za několik dlouhých let, a navíc ne vždy jde o frekvence, které stačí pro plnohodnotný provoz sítě (9).

Stačí, aby byl porušený jen jediný bod z těchto pěti a jedná o nedokonale konkurenční trh. Byly však porušeny všechny body, a proto se jedná o opravdu závažné porušení dokonalé konkurence. V tomto případě jde o smluvní oligopol. Je to z toho důvodu, že na trhu působí jen tři velké subjekty, kteří spolu nevedou cenovou válku a jejich ceny jsou proto velmi podobné. Některé body z podstaty trhu napravit nelze, u jiných se však o to lze přinejmenším pokusit. Nejvíce zde zmůže regulátor, který existuje mimo jiné právě z tohoto důvodu.

Moje hlavní doporučení je tedy co největší informovanost spotřebitele ze stran ČTÚ, médií a spotřebitelských organizací. V současnosti už regulátor vypracovává například cenové kalkulačky, cenový barometr, nebo spotřebitelský semafor (10, s. 76). Musí ale poskytnout opravdu maximum možných dat, aby byl zákazník dokonale informovaný o nerovnosti na trhu,

aby dokázal nalézt lepší nabídky a za své peníze obdržel dostatečný objem kvalitních služeb. Je nutné tlačit operátory do zveřejňování více ukazatelů jako je ARPU, ale hlavně je zveřejňovat zvláště pro firemní a nefiremní zákazníky. Je třeba důsledněji kontrolovat činnost operátorů pod pohrůzkou vysokých pokut. ČTÚ by také měl více porovnávat jak velkoobchodní, tak veřejné maloobchodní nabídky českých operátorů se zahraničními. Poukazovat na větší rozdíly mezi nimi a být díky tomu více viděn na veřejnosti. Všechna tato data s oblibou přebírají česká média. Články poukazující na vysoké ceny jsou totiž velmi dobře čtené (23).

Pokud se nesrovnají veřejné nabídky s nabídkami pro firmy, může to vést k tomu, že si bude většina spotřebitelů objednávat mobilní telekomunikační služby přes své zaměstnavatele, a to povede k výraznému zhoršení finanční situace mobilních operátorů.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo na základě Českého telekomunikačního úřadu z posledních let pomocí statistických metod vytvořit prognózu vývoje trhu a jeho velikost. Dále také určit klíčové faktory růstu trhu a vytvořit model dalšího vývoje.

Na všechny sledované ukazatele, které jsou počty aktivních SIM karet, maloobchodní ceny za minutu volání, spotřeba dat a ARPU za datové služby má velký vliv hrubý domácí produkt. Byla zjištěna korelace u všech z těchto zkoumaných ukazatelů, a to v různých silách. Největší vliv má HDP na průměrnou spotřebu dat v poměru ke všem aktivním SIM kartám, o něco nižší na podobný ukazatel, který je v poměru k SIM kartám využívajícím datové služby. Trh mobilních telekomunikací je přesto nejvíce závislý na technologickém rozvoji. Došlo však k určitému zakonzervování trhu, na kterém působí tři subjekty s významnou tržní silou a bylo by velmi těžké založit čtvrtého konkurenta. Proto je nutné hledat impuls ke snížení cen jinde. Buď to bude narůstajícím tlakem ze strany médií, případně od regulátora trhu, tedy Českého telekomunikačního úřadu, nebo dokonce ze strany vlády, která se rozhodne rozšířit pravomoci ČTÚ v usměrňování podnikání mobilních operátorů. Největší naděje vidím v evropském roamingu, který umožní pořídit si tarif i od zahraničního operátora. Přestože to bude částečně komplikované řešení, přibude tím konkurence, kterou se v současné době nemohou stát virtuální operátoři. Neméně důležité také bude zajištění lepší informovanosti spotřebitelů z důvodu zajištění lépe fungujícího konkurenčního prostředí.

Zjištěná data mohou posloužit pro předpověď vývoje trhu jak zavedeným mobilním operátorům, nebo MVNO pro případné investice do rozvoje sítí a nabízených služeb, ale také pro lepší regulaci mobilních telekomunikací ze strany příslušných úřadů. Budou zajímavá pro lidi hledající práci, případně se zajímající o kariéru v tomto odvětví, nebo pro investory, kteří by rádi zajímavě zhodnotili svůj kapitál. Velkým přínosem však budou také jako pádný argument pro vyjednávání o cenách zvláště internetu v mobilním telefonu. Využít je tak mohou i všechny spotřebitelské organizace snažící se posunout mobilní telekomunikační trh v ČR na nižší cenové hladiny.

Největší přínos má však práce pro mě samotného, díky práci s daty, jejich interpretaci a nutnosti zamyslet se na celkovém kontextu zjištěných údajů jsem mnohem lépe pochopil, jak může fungovat moderní trh, který se zabývá nabídkou služeb tak důležitých, jako jsou přenos hlasu, SMS a dat přes bezdrátové mobilní sítě. Také jsem měl možnost hlouběji nahlédnout, jak moc se liší velkoobchodní nabídky operátorů nabízené virtuálním operátorům, neveřejné nabídky

pro firmy a veřejné tarify nabízené běžným spotřebitelům. Bohužel jsou rozdíly mezi nimi skutečně obrovské.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) KEŘKOVSKÝ, Miloslav, LUŇÁČEK, Jiří. *Úvod do mikroekonomie: s využitím prvků distančního studia*. Praha: C.H. Beck, 2012, 197 s. ISBN 978-80-7179-365-6.
- (2) HINDLS, Richard a kol. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.
- (3) KRKOŠKOVÁ, Šárka a kol. *Základy ekonometrie v příkladech*. 2. přeprac. vyd. Praha: Oeconomica, 2010, 276 s. ISBN 978-80-245-1708-7.
- (4) KROPÁČ, Jiří. *Statistika B: jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, regresní analýza, časové řady*. 3. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 152 s. ISBN 978-80-7204-822-9.
- (5) KASK, Alex. Regression and Correlation Analysis. *The CPA Journal* [online]. New York: New York State Society of Certified Public Accountants, 1979, 49(10), 35 [cit. 2016-11-28]. ISSN 07328435.
- (6) GYMNAZIUM CHEB. Korelační koeficient. *Gymnázium Cheb* [online]. Cheb: Gymnázium Cheb, 2016 [cit. 2016-11-28]. Dostupné z: <http://absolventi.gymcheb.cz/2010/tofiala/geo/korelacni-koeficient.html>
- (7) HINDLS, Richard a kol. *Metody statistické analýzy pro ekonomy*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1997, 249 s. ISBN 80-85943-44-1.
- (8) LÁSKA, Jan. Před 25 lety se začaly psát tuzemské mobilní dějiny. Eurotel spustil analogovou síť na třech vysílačích. *Mobilmania.cz* [online]. Brno: © 2017 Copyright CN Invest a.s. [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/clanky/pred-25-lety-se-zacaly-psat-tuzemske-mobilni-dejiny-eurotel-spustil-analogovou-sit-na-trech-vysilacich/sc-3-a-1335621/default.aspx>
- (9) POSPÍŠIL, Aleš. ČTÚ prohospodařil frekvence, teď má šanci na nápravu. *Mobilmania.cz* [online]. Brno: © 2017 Copyright CN Invest a.s. [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/clanky/ctu-prohospodaryl-frekvence-ted-ma-sanci-na-napravu/sc-3-a-1319591>
- (10) ČTÚ. Výroční zpráva Českého telekomunikačního úřadu za rok 2016. *Ctu.cz* [online]. Praha: © 2017 ČTÚ. 160 s. [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: <https://www.ctu.cz/sites/default/files/obsah/stranky/152584/soubory/vz-2016-web.pdf>

- (11) ČTÚ. TISKOVÁ ZPRÁVA: ČTÚ zveřejnil výroční zprávu za rok 2016. *Ctu.cz* [online]. Praha: © 2017 ČTÚ [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <https://www.ctu.cz/tiskova-zprava-ctu-zverejnil-vyrocní-zpravu-za-rok-2016>
- (12) ČTÚ. TISKOVÁ ZPRÁVA: Velkoobchodní cena přístupu k síti LTE je vysoká, ČTÚ vyzývá operátory k jejímu výraznému snížení. *Ctu.cz* [online]. Praha: © 2017 ČTÚ [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <https://www.ctu.cz/tiskova-zprava-velkoobchodni-cena-pristupu-k-siti-lte-je-vysoka-ctu-vyzyva-operatory-k-jejimu>
- (13) LÁSKA, Jan, KŮŽEL, Filip. V červnu padne evropský roaming. Odborníci varují před rakovinou trhu. *Mobilmania.cz* [online]. Brno: © 2017 Copyright CN Invest a.s. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/clanky/v-cervnu-padne-evropsky-roaming-odbornici-varuji-pred-rakovinou-trhu/sc-3-a-1337363/default.aspx>
- (14) POSPÍŠIL, Aleš. Roaming bez příplatků T-Mobilu nevoní. Firmy se ho vzdají, nebo přijdou o benefity. *Mobilmania.cz* [online]. Brno: © 2017 Copyright CN Invest a.s. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/roaming-bez-priplatku-t-mobilu-nevoni-firmy-se-ho-vzdaji-nebo-prijdou-o-benefity/a-1338470/default.aspx>
- (15) LÁSKA, Jan. Novela míří do Parlamentu. Zvýšila se pokuta pro operátory, vypadl zákaz podpultových nabídek. *Mobilmania.cz* [online]. Brno: © 2017 Copyright CN Invest a.s. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/clanky/novela-miri-do-parlamentu-zvysila-se-pokuta-pro-operatory-vypadl-zakaz-podpultovych-nabidek/sc-3-a-1337771/default.aspx>
- (16) KŮŽEL, Filip. „Bič na operátory“ je na dobré cestě. Poslanci jej nechali hladce projít. *Mobilmania.cz* [online]. Brno: © 2017 Copyright CN Invest a.s. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/bleskovky/bic-na-operatory-je-na-dobre-cestě-poslanci-jej-nechali-hladce-projit/sc-4-a-1338536/default.aspx>
- (17) DTEST.CZ. O kampani. *Chcivyhodnejsitarif.cz* [online]. Praha: © 2017 dTest, o.p.s. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <https://www.chcivyhodnejsitarif.cz/o-kampani>
- (18) POSPÍŠIL, Aleš. Neomezenka za padesát, 10 GB za stovku, pochlubilo se Ministerstvo financí. *Mobilmania.cz* [online]. Brno: © 2017 Copyright CN Invest a.s. [cit. 2017-05-22]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/clanky/neomezenka-za-padesat-10-gb-za-stovku-pochlubilo-se-ministerstvo-financi/sc-3-a-1338173/default.aspx>

- (19) NOVOTNÝ, Karel. Telekomunikační a internetová infrastruktura. *Czso.cz*. [online]. Praha: ČSÚ 2017 [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/telekomunikacni_a_internetova_infrastruktura
- (20) ČSÚ. Hlavní makroekonomické ukazatele. *Czso.cz*. [online]. Praha: ČSÚ 2017 [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/hmu_cr
- (21) ČTÚ. Otevřená data Českého telekomunikačního úřadu. *Ctu.cz* [online]. Praha: © 2017 ČTÚ. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://data.ctu.cz/dataset/maloobchodni-ceny-za-skutecne-provolanou-minutu>
- (22) POSPÍŠIL, Aleš. Srovnali jsme tarify: Vodafone si počkal a poráží T-Mobile. Vyhrát ale může ještě O2. *Mobilmania.cz* [online]. Brno: © 2017 Copyright CN Invest a.s. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/clanky/srovnali-jsme-tarify-vodafone-si-pockal-a-porazi-t-mobile-vyhrat-ale-muze-jeste-o2/sc-3-a-1338402/default.aspx>
- (23) TŮMA, Ondřej. Očima expertů: Čtvrtý operátor nebude. Jak to ovlivní ceny mobilního volání? *Penize.cz* [online]. Praha: © 2000 - 2017 Partners media, s.r.o. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/nakupy/276664-ocima-expertu-ctvrty-operator-nebude-jak-to-ovlivni-ceny-mobilniho-volani>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČTÚ	Český telekomunikační úřad
ČSÚ	Český statistický úřad
HDP	Hrubý domácí produkt
SMS	Krátká textová zpráva
GSM	Globální systém pro mobilní telekomunikaci (2G)
LTE	Síť čtvrté generace (4G)
Vodafone	Vodafone Czech Republic a.s.
O2	O2 Czech Republic a.s.
T-Mobile	T-Mobile Czech Republic a.s.
Nordic Telecom	Nordic Telecom s.r.o.
MVNO	Virtuální mobilní operátor
EU	Evropská unie
EK	Evropská komise
MB	Mega Byte – 2^{20} Bytů
ARPU	Průměrný výnos na zákazníka
BTS	Systém základnových stanic

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Počet aktivních SIM karet.....	32
Graf 2: Počet aktivních post-paid a pre-paid SIM karet.....	33
Graf 3: Poměr aktivních post-paid a pre-paid SIM karet	34
Graf 4: První difference - počet aktivních SIM karet.....	34
Graf 5: První difference - počet aktivních post-paid SIM karet	35
Graf 6: První difference - počet aktivních pre-paid SIM karet.....	36
Graf 7: Koeficient růstu - počet aktivních SIM karet.....	36
Graf 8: Koeficient růstu - počet aktivních post-paid SIM karet.....	37
Graf 9: Koeficient růstu - počet aktivních pre-paid SIM karet	38
Graf 10: Maloobchodní cena za minutu volání.....	43
Graf 11: První difference - maloobchodní cena za minutu volání.....	44
Graf 12: Koeficient růstu - maloobchodní cena za minutu volání	45
Graf 13: Průměrná měsíční spotřeba dat na jednoho uživatele.....	49
Graf 14: ARPU u služby internet v mobilním telefonu	50
Graf 15: První difference - průměrná měsíční spotřeba dat na jednoho uživatele	51
Graf 16: První difference - ARPU u služby internet v mobilním telefonu.....	51
Graf 17: Koeficient růstu - průměrná měsíční spotřeba dat na jednoho uživatele	52
Graf 18: Koeficient růstu - ARPU u služby internet v mobilním telefonu	53

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Korelační koeficient.....	15
-----------------------------------	----

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Počet aktivních SIM karet.....	32
Tab. 2: Počet aktivních post-paid a pre-paid SIM karet.....	33
Tab. 3: Makroekonomické ukazatele	38
Tab. 4: Vyrovnání počtu aktivních SIM karet.....	39
Tab. 5: Vyrovnání počtu aktivních post-paid a pre-paid SIM karet.....	41
Tab. 6: Maloobchodní cena za minutu volání, část 1.....	42
Tab. 7: Maloobchodní cena za minutu volání, část 2.....	42
Tab. 8: Makroekonomické ukazatele, část 1.	45
Tab. 9: Makroekonomické ukazatele, část 2.	46
Tab. 10: Vyrovnání maloobchodních cen za minutu volání, část 1.	47
Tab. 11: Vyrovnání maloobchodních cen za minutu volání, část 2.	47
Tab. 12: Průměrná měsíční spotřeba dat na uživatele	49
Tab. 13: ARPU u služby internet v mobilním telefonu.....	50
Tab. 15: Makroekonomické ukazatele	54
Tab. 16: Vyrovnání průměrné měsíční spotřeby dat na jednoho uživatele.....	55
Tab. 17: Vyrovnání ARPU u služby internet v mobilním telefonu	56